

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA**



**TRABAJO DEL FIN DEL GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN COMPLEJO**  
**HOSPITALARIO**

**AUTOR: FAYSSAL CHABNI**

**TUTOR: CONSUELO GÓMEZ PULIDO**

Leganés, 14 de junio 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a mis familiares, en especial a mis padres, mis hermanas: Houria, Sana, Fauzia, Saloua y Assma, y a mi hermano Ali, por el apoyo que me han prestado durante todos estos años, sin duda esto no habría sido posible sin su ayuda. A mis amigos y compañeros de clase: Raúl Álvarez, Alfredo Crespo, Héctor Caro, Enrique Bretones, David Bodega, Carlos Cenamor, Francisco Morales “Paco” y Enrique Lozano, gracias por aguantarme y ayudarme durante esta preciosa etapa de mi vida, sin duda vuestra amistad es una gran ganancia para cualquiera. A mi profesor Esteban Patricio Domínguez y mi tutora Consuelo Cómez Pulido, por ofrecerme el proyecto y por la ayuda prestada, y Por último quiero agradecer una persona especial, a la abogada y periodista Nessrin El Hachlaf por los consejos que me ha dado y por ayudarme en la redacción de la memoria.

# ÍNDICE

	Paginas
1. OBJETIVO.....	7
2. MEMORIA DESCRIPTIVA	
2.1. PREVISIÓN DE CARGA.....	8
2.2. CABLES.....	15
2.3. LÍNEAS E INSTALACIONES DE BT.....	18
2.4. CANALIZACIONES.....	20
2.4.1. Bandejas.	
2.4.2. Canalización Subterránea.	
2.4.3. Tubos Curvados.	
2.4.4. Tubos Metálicos	
2.4.5. Tubos Rígidos.	
2.5. PROTECCIONES.....	26
2.5.1. Interruptores diferenciales	
2.5.2. Interruptores automáticos	
2.5.3. <i>Fusibles</i>	
2.5.4. Ubicación de la aparamenta	
2.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	35
2.6.1. Tipos	
2.6.2. Elementos de un CT	
2.6.3. El Hexafloururo de Azufre (SF6)	
2.6.4. Puesta de Tierra de CT.	
2.6.5. Enfocado al Hospital.	
2.6.6. Sistema de Ventilación	
2.7. SUMINISTRO DE EMERGENCIA.....	52
2.7.1. Grupo Electrónico (GE)	
2.7.1.1. Composición de GE	
2.7.1.2. Arranque del GE	
2.7.1.3. Mantenimiento del GE	
2.7.2. SAIs.....	59
2.7.2.1. Motivos por el cual se utilizan.	
2.7.2.2. Tipos.	

2.8. PUESTA A TIERRA.....	65
2.8.1. Tipos de puesta a tierra	
2.8.2. Aplicaciones	
3. ANEXOS	
3.1. ANEXO DE PARARRAYOS.....	72
3.2. ANEXO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	76
3.3. ANEXO DE ALUMBRADO NORMAL.....	81
4. CÁLCULOS	
4.1. CALCULO DE LÍNEAS.....	94
4.2. CALCULO DE PROTECCIONES.....	106
4.3. CALCULO LUMINOTÉCNICO.....	109
4.4. CALCULO DE PAT DEL CT.....	120
5. PLIEGO DE CONDICIONES.	
5.1. GENERALIDADES.....	124
5.1.1. Ámbito de aplicación	
5.1.2. Alcance de los Trabajos.	
5.1.3. Planificación y Coordinación	
5.1.4. Modificaciones al Proyecto y cambio de materiales	
5.1.5. Vibraciones y ruidos	
5.1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones	
5.1.7. Pruebas y verificaciones previas a la entrega de las instalaciones	
5.1.8. Normativa de Obligado cumplimiento	
5.1.9. Documentación y Legalizaciones	
5.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN.....	130
5.2.1. Generalidades	
5.2.2. Centros de Transformación	
5.2.3. Cables de transporte de energía eléctrica (1-52 kV)	
5.3. GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	145
5.3.1. Generalidades	
5.3.2. Componentes	
5.3.3. Normas de ejecución de las instalaciones	
5.3.4. Pruebas reglamentarias en la puesta en servicio	

5.4. EQUIPOS SUMINISTRO ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (S.A.I.).....	153
5.4.1. Generalidades	
5.4.2. Características generales	
5.4.3. Tipo de SAIs y características particulares	
5.4.4. Características de los locales destinados a alojar los SAIs	
5.5. CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	160
5.5.1. Generalidades	
5.5.2. Componentes	
5.5.3. Paneles de Aislamiento	
5.6. CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN.....	170
5.6.1. Generalidades	
5.6.2. Tipo de cables eléctricos y su instalación (ES07z1-450/750V-AS)	
5.7. CANALIZACIONES.....	178
5.7.1. Generalidades	
5.7.2. Materiales	
5.8. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.....	187
5.8.1. Generalidades	
5.8.2. Línea General de Alimentación (LGA)	
5.8.3. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)	
5.8.4. Líneas de derivación de la General (LDG) e Individuales (LDI)	
5.8.5. Cuadros de protección CGDs y CSs	
5.8.6. Instalaciones de Distribución	
5.8.7. Medidas especiales a adoptar para no interrumpir el suministro eléctrico manteniéndolo seguro	
5.8.8. Iluminación de interiores	
5.9. REDES DE TIERRAS.....	202
5.9.1. Generalidades	
5.9.2. Redes de tierra independientes	
5.10. LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES.....	208
5.10.1. Generalidades	
5.10.2. Tipos de luminarias	
5.10.3. Componentes para luminarias	
5.11. PARARRAYOS.....	222

5.11.1. Generalidades

5.11.2. Componentes

6. PRESUPUESTO.....225

7. CONCLUSIÓN.....277

8. ÍNDICE DE PLANOS.....278

9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA DE FIGURAS Y TABLAS.....279

10. BIBLIOGRAFÍA.....282

## 1. OBJETIVO.

El objetivo de este proyecto es detallar las condiciones técnicas, de realización y económicas de la instalación eléctrica del Complejo Hospitalario. Para ello hacemos uso obligatorio de la normativa y el reglamento vigente, para poder legalizar ante autoridades y organismos convenientes.

El desarrollo consistirá en definir, calcular y diseñar las instalaciones de alta y baja tensión siguiendo las especificaciones de reglamento. El proyecto tiene varias partes:

- Centro de transformación, habrá que describirlo y diseñarlo, para luego poder definir la aparamenta necesaria.
- Grupo Electrónico, habrá que definirlo y dimensionarlo, ya que hay partes del hospital q no pueden quedarse sin electricidad en caso de que falle el suministro normal.
- SAIs, también se instalara sistemas de alimentación ininterrumpida, con el objetivo de garantizar el suministro a equipos con características de funcionamiento ininterrumpido.
- En baja tensión se definirán Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), Cuadro General de Distribución (CGD), Cuadros Secundarios (CS), su ubicación, las líneas que los enlazan y otros circuitos específicos.
- Se diseñara una red de tierra por todo el edificio para la protección de instalaciones y las personas, Puesta a tierra del neutro y el pararrayos.
- Por últimos se diseñara el alumbrado y el alumbrado de emergencia.

Todos estos apartados a describir, diseñar y calcular irán acompañados del pliego de condiciones técnicas y planos necesarios para la ejecución de la obra.

## 2. Memoria descriptiva.

### 2.1 Previsión de cargas.

Es necesaria la determinación de la potencia prevista para poder diseñar una instalación económica y seguro dentro de los límites admisibles de temperatura y caída de tensión. Para determinar dicha previsión se han seguido las condiciones establecidas en la norma ITC-BT-10. El objeto es establecer la previsión de cargas para los suministros de baja tensión de modo que se garantice la conexión y utilización segura de los usados habituales y que futuros aumentos de la potencia demandada por los usuarios sin la necesidad de modificar la instalación. También sirve también para dimensionar la capacidad de suministro de las líneas de distribución de las compañías eléctricas, así como la potencia a instalar en los CTs. Los valores considerados de las previsiones de carga establecidas son mínimos.

La previsión de cargas correspondientes a las tomas de corriente para usos varios se ha calculado como la máxima potencia que podrá cada circuito en función de las protecciones instaladas. Para la estimación del número de circuitos de fuerza en las distintas zonas se han tenido en cuenta las necesidades propias de cada dependencia, el nivel de ocupación y el trabajo a que se destinan.

La parte que tengo que realizar es la algunas zonas, no todo el hospital. Mi caso son algunos generales (CGDs) que pertenecen al centro de transformación 2 (CT). El hospital tiene tres CTs:

- CT-1 lleva conectado a él el CGD-0.
- CT-2 lleva conectado a él el CGDs-2, 4, 6, 8 y 10.
- CT-3 lleva conectado a él el CGDs-1, 3, 5, 7 y 9.

Hay otros CGDs como el de aparcamientos, alumbrado exterior, etc. Pero los más importantes los montantes del 1 al 10. A continuación voy a desglosar el montante 2, 8, 10, Apa y Alum-exterior que pertenecen al CT-2.

El objetivo de esta previsión es saber cuánta potencia tengo y como se distribuye en las diferentes zonas, de este modo podemos realizar nuestro siguiente paso que es el cálculo de líneas, ya que para este cálculo necesario saber cuánta potencia tenemos.



El análisis realizado consiste en ver cuanta potencia tengo por cada montante y como se divide entre CSs y TEs. El procedimiento aplicado consiste en ir montante por montante y ver cuántos CSs tengo, cuanta potencia hay en cada uno de ellos y que tipos de carga tengo. Esta información se obtiene de los diagramas unifilares de cada montante.

Tipos de cargas que podemos distinguir por cada CSs:

- Alumbrado
- Fuerza
- Compuertas Cortafuegos
- Informática
- SAI
- Ascensores
- Tomas de corriente.

➤ **Cuadros generales de distribución:**

El montante 2 está conectado al CT-2 mediante tres acometidas (A, B y C), el montante 8 mediante dos acometidas (A y B) y el montante 10, el Apa y el Alum.EXT mediante una sola acometida.

Algunos CGDs y TEs se alimentan del suministro único de la red y algunos se alimentan del doble suministro, formado por la red y el grupo electrógeno.

La previsión de carga realizada es muy detallada, ya que ha sido hecha por CSs y TEs, y también se realizado la ubicación de las zonas que alimentan.

A continuación se muestran las tablas de previsión de carga de los CGD-2,8 y 10, TEs, CGD-APA-2 y CGD-ALUMB-EXT.2.

CSs	Potencia instantánea (KVA)	Alumbrado (KVA)	Fuerza (KVA)	Informática (KVA)	Cortafuegos (KVA)	Ascensores (KVA)	Otras (KVA)	SAIs	Reservas (KVA)	Potencia Total (KVA)	Ubicación y zonas que alimentan
<b>CS-2.3.AS</b>	110					110				110	Ascensores
<b>CS-2.3.2</b>	46,9	28,4	10	7,5	1				2,3	49,2	Despachos
<b>CS-2.3.1</b>	76,35	9,6	27	6			33,75		14,26	90,61	Unidad de enfermería
<b>CS-2.2.3</b>	87,9	26,3	34	9				18,6	10,58	98,48	Bloque Obstétrico
<b>CS-2.2.2</b>	36	15,5	9	10,5	1				10,58	46,58	Despachos
<b>CS-2.2.1</b>	76,35	9,6	27	6			33,75		14,26	90,61	Unidad de enfermería
<b>CS-2.1.1</b>	76,35	9,6	27	6			33,75		14,26	90,61	Unidad de enfermería
<b>CS-2.1.2</b>	73,35	19,35	24	6				24	17,94	91,29	U.C.I Pediátrica
<b>CS-2.0.4</b>	72,5						72,5			72,5	Diálisis
<b>CS-2.0.3</b>	59,8	21,8	29	9					17,94	77,74	Diálisis
<b>CS-2.0.2</b>	76,35	9,6	27	6			33,75		14,26	90,61	Unidad de enfermería
<b>CS-2.0.1</b>	49,7	16,7	8	3	1		21		16,56	66,26	Unidad de enfermería
<b>CS-2.(-1).2</b>	27,55	13,05	10	4,5					14,26	41,81	Central de Carros, Agentes sociales
<b>CS-2.(-1).1</b>	23,5	11,5	5	6	1				10,58	34,08	Circulación Carros Servicio
<b>CS-2.(-2).3</b>	12,1	6,1	4,5	1,5					21,16	33,26	Urgencia Traumatología
<b>CS-2.(-2).2</b>	85,85	24,05	45,5	12				4,3	21,62	107,47	Urgencia Traumatología
<b>CS-2.(-2).1</b>	32,5	19,5	9	3	1				14,26	46,76	C.T. Cuadro y Grupo
<b>Potencia total</b>	1023,05									1237,87	

Tabla 1: Cuadro CGD-2

CSs	Potencia instantánea (KVA)	Alumbrado (KVA)	Fuerza (KVA)	informática (KVA)	Cortafuegos (KVA)	Otras (KVA)	Reservas (KVA)	Potencia total (KVA)	Ubicación y zonas que alimentan
CS-8.2.1	88,1	17,1	45,5	25,5			62,1	150,2	Microbiología
CS-8.2.2	42,4	7,9	21	13,5			17,94	60,34	Microbiología
CS-8.2.3	23,4	12,4	7	3	1		17,94	41,34	Microbiología
CS-8.1.1	64	14	35	15			25,3	89,3	Análisis Clínico
CS-8.1.2	55,25	10,75	28	16,5			32,66	87,91	Análisis Clínico
CS-8.1.3	34,25	23,25	10	1			14,26	48,51	Despachos
CS-8.0.1	60,92	25,92	26	9			25,3	86,22	Corf
CS-8.0.2	33					33		33	Cer
CS-8.0.3	12					12	7,36	19,36	Extracciones
CS-8.(-1).1	54,1	14,1	23,5	16,5			47,38	101,48	Genética
CS-8.(-1).2	19,35	12,85	4	1,5	1		14,26	33,61	Climatización
CS-8.(-1).3	47,6	8,2	26	13,5			21,62	69,32	Inmunología
CS-8.(-2).1	33,1	20,1	7	6			14,26	47,36	Necropsias
CS-8.(-2).2	12,85	4,35	7	1,5			14,26	27,11	Almacenes
CS-8.(-2).3	45,7	25,2	12	7,5	1		6,9	52,6	Reserva Para Posible Tanatorio
CS-8.(-2).4	43,5					43,5	25,76	69,26	Anatomía Patológica
<b>Potencia instantánea</b>	669,52							1016,92	

Tabla 2: Cuadro CGD-8

CSs	Potencia instantánea (KVA)	Alumbrado (KVA)	Fuerza (KVA)	Informática (KVA)	Cortafuegos (KVA)	SAIs (KVA)	Reservas (KVA)	Potencia total (KVA)	Ubicación y la zona que alimentan
CS-10.2.1	26,95	12,95	7	6	1		14,26	41,21	Gerencia
CS-10.2.2	29,7	9,7	11	9			16,56	46,26	Subdirecciones
CS-10.2.3	28,1	14,1	8	6			12,88	40,98	Salón de Actos
CS-10.2.4	34,05	18,05	13	3			8,28	42,33	Oficinas y Despachos
CS-10.1.1	32,55	14,55	8	9	1		10,58	43,13	Unidad Administrativa
CS-10.1.2	51,55	21,55	15	15			11,04	62,59	Gestión Administrativa
CS-10.1.3	29,5	19	6	4,5			10,58	40,08	Docencia
CS-10.0.1	38,5	15,5	12	10	1		10,58	49,08	Unidad Administrativa
CS-10.0.2	65	20	27	18			21,62	86,62	Reserva Aplicación administrativa
CS-10.0.3	24,55	16,55	8	0	1		11,04	36,59	Compras y Contratación
CS-10.0.4	38,45	18,95	18	1,5			21,62	60,07	Audiovisuales y Reprograma
CS-10.(-1).1	26,65	12,55	7	6	1		10,58	37,13	
CS-10.(-1).2	52,06	21,06	16	15			28,98	81,04	Informática, salas de reuniones, etc
CS-10.(-2).1	51,25	22,75	10	10,5		8	3,68	54,93	Oficina técnica
CS-10.(-2).2	12,12	5,12	7	0			11,5	23,62	Despachos de mantenimiento
<b>potencia total</b>	<b>540,98</b>							<b>745,66</b>	

Tabla 3: Cuadro CGD-10

<b>Tomas eléctricas</b>	<b>Potencia instantánea (KVA)</b>	<b>Ubicación y zonas que alimenta</b>
<b>TE-AA.2.1.14</b>	190	Climatización
<b>TE-AA.2.(-1).50</b>	51	
<b>TE-AA.2.(-1).50E</b>	51	
<b>TE-AA.2.(-2).RX2</b>	50	RX Convencional 2
<b>TE-AA.2.(-2).RX1</b>	50	RX Convencional 1
<b>Potencia total (kVA)</b>	392	

Tabla 4: Tomas de corriente, pertenecientes al CGD-2.

<b>Ttomas electricas</b>	<b>Potencia instantánea (KVA)</b>	<b>Ubicación y zonas que alimentan</b>
<b>TE.AA-8.3.9</b>	224	Climatización
<b>TE.AA-8.3.10</b>	150	Climatización
<b>TE.AA-8.3.11</b>	127	Climatización
<b>Potencia total (kVA)</b>	501	

Tabla 5: Tomas de corriente, pertenecientes al CGD-8.

<b>Tomas Electricas</b>	<b>Potencia instantánea (KVA)</b>	<b>Ubicación y zonas que alimenta</b>
<b>TE.AA_10.1.13</b>	55	Climatización
<b>TE.AA_10.(-1).INFO</b>	80	Informática
<b>TE.AA_10.(-1).INFO</b>	80	Informática
<b>TE.10.(-2).GPTA</b>	70	Descalificación y grupos de presión
<b>TE.10.(-2).GPTI</b>	160	Descalificación y grupos de presión
<b>TE.10.(-29).GPTs</b>	110	Descalificación y grupos de presión
<b>Potencia total (kVA)</b>	555	

Tabla 6: Tomas de corriente, pertenecientes al CGD-10.

CSs	Alumbrado (KVA)	Fuerza (kVA)	Informática (KVA)	Potencia instantánea (KVA)
CS-APA_2.1	29,5	15,5	14	59
CS-APA_2.2	25,55	17,55	8	51,1
CS-APA_2.3	18,85	13,85	5	110,1
CS-APA_2.4	30	20	10	60
Potencia total (KVA)				280,2

Tabla 7: Cuadro CGD-APA-2.

Potencia instantánea (kVA)	24,90
-------------------------------	-------

Tabla 8: Cuadro CGD-ALUM.EXT.2.

## 2.2 CABLES

En esta apartado se cita los tipos de cables empleados para este proyecto y se hace una breve descripción de los mismos.

### 2.2.1 RZ1-0,6/1kV (AS)

Características generales del cable RZ1-0,6/1kV (AS).

Es un cable de alta seguridad, en caso de incendio no emite sustancias tóxicas ni gases corrosivos, por lo que ayuda a proteger la salud y evita posibles daños a los equipos electrónicos. Por estas razones es el más usado en las instituciones públicas.

El aislamiento utilizado para este cable es el polietileno reticulado (XLPE) que permite una gran transmisión de potencia así como una mayor resistencia a sobrecargas. Alcanza una temperatura máxima de servicio del conductor de 90 °C. Cabe destacar que este cable es libre de halógeno evitando la emisión de dioxinas a la atmósfera.



Figura 1: Cable RZ1-0,6/1kV (AS)

Características técnicas:

- Conductor de cobre electrolítico recocido, clase 5 según IEC 60228. EN 60228/IEC 602.
- Aislamiento polietileno reticulado XLPE tipo DIX 3 según norma UNE HD 603-1 tabla 2ª.
- Tensión nominal máxima 0,6/1kV
- La identificación normalizada, según HD 308, es por colores.
- Temperatura máxima 90 °C
- Construcción según norma UNE 21.123-4.

### 2.2.2 ES07Z1-U, ES07Z1-R y ES07Z1-K

- **ES07Z1-U:** Conductor unipolar 450/750 V, conductor de cobre clase 1 (-U), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
- **ES07Z1-R:** Conductor unipolar 450/750 V, conductor de cobre clase 2 (-R), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
- **ES07Z1-K:** Conductor unipolar 450/750 V, conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)



Figura 2: Cable ES07Z1-U/ ES07Z1-R

Según el REBT 2002, este tipo de cables se aplican en las siguientes instalaciones:

- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 14 Línea general de alimentación
- ITC-BT 15 Derivación individual
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia

Igualmente se pueden utilizar en las siguientes aplicaciones:

- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales



## 2.3 INSTALACIONES DE BT.

En este apartado hablaremos de los tipos de cuadros que tenemos y las líneas que enlazan entre ellos.

Según el REBT se considera instalación de baja tensión toda aquella que su tensión de funcionamiento es inferior a 1 kV para corriente alterna y 1,5 kV para corriente continua.

El suministro se realiza desde la red de distribución mediante las instalaciones de enlace, hasta las instalaciones receptoras. Las instalaciones de enlace parten desde la acometida y está constituida por la caja general de protección, línea general de alimentación con interruptor general, instalación de contadores, así como de dispositivos generales de mando y protección y derivaciones individuales.



Figura 3: Instalación de BT.

El esquema tal describe cómo van a ir enlazados los elementos que desde hablare. Las características principales de cada uno de estos elementos constituyentes de la red de distribución en Baja Tensión se describen en los apartados siguientes:

### - Cuadros generales de baja tensión (CGBTS)

Los CGBTs es donde se conectan la línea general de alimentación y la acometida. Su principal función será el seccionamiento y protección de las líneas de entrantes y salientes, tales como líneas de acometida, TEs y CGDS.

En este caso tengo en CGBT-2, el dígito que acompaña hace referencia al centro de transformación que pertenece. El local donde se ubican es de uso exclusivo, con puerta que abre hacia fuera y cerramiento RF-120, y la temperatura ambiente no debe superar los 30 °C.

- **Cuadros generales de distribución (CGDS)**

Se ubican siempre aguas abajo de los CGDTs que les corresponde. Es de donde se alimentan los CSs y las cargas de consideración especial. Como protección se colocan interruptores automáticos o magnetotérmicos, con características que descritas en el pliego de condiciones. En este caso tengo CGD-2,8 y 10, los dígitos que acompaña indica el numero de cuadro y como es un numero para hace referencia a que pertenece al CGBT-2.

- **Cuadros Secundarios de protección de zonas (CSs)**

Estos cuadros se alimentan del CGD correspondiente. También se incluye en este apartado los cuadros de protección local, que son los cuadros de las habitaciones de enfermo en unidades de Hospitalización, Camas de UCI y REAS, así como Salas de Exploraciones y de Intervención. La denominación de los CSs se hace mediante tres dígitos, el primero corresponde con el CGD que los alimenta, el segundo con el nivel de la planta donde se sitúan y el tercero al ordinal que le corresponde dentro del conjunto al que pertenecen.

- **Líneas Generales de Alimentación (LGAs)**

Estas líneas enlazan las bornas de B.T. de los transformadores del CT con los interruptores automáticos de protección de los mismos situados en sus propios CGBTs, y también las líneas procedentes del Grupo Electrónico y que proporcionan alimentación complementaria de Reserva. Sus secciones son las que se indicadas en el anexo de cálculo. El cable previsto para la realización de estas líneas son de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, autoextinguible, bajo en la emisión de humos y cero halógenos. Se permite una caída de tensión de 1% cuando los contadores están parcialmente concentrados y del 0,5 % cuando los contadores están totalmente concentrados.

### - **Líneas de Derivación Individual (LDIs)**

Son las líneas que enlazan los CSs y TEs con las CGDs. Las secciones corresponden las calculadas en el anexo de cálculo de líneas. Las líneas que parten de los CSs también se le denominan líneas de derivación individual, que alimentan a cuadros de protección local, como pueden ser los cuadros que corresponden a las habitaciones de enfermos, laboratorios, paneles de aislamiento, etc. el cable previsto es de cobre con aislamiento de polietileno reticulado, autoextinguible, con baja emisión de humo y cero halógeno, y son los cables de que hable en apartado anterior. Se trata del tipo tetrapolar o ternas de cable con neutro entre las fases, que actúa de compensador.

Para el cálculo se ha hecho uso de la potencia prevista, las caídas de tensión máximas y las intensidades admisibles recogidas en el ITC-BT-19 del REBT.

### - **Distribución en Plantas**

Consiste en la distribución de los puntos de luz, tomas de corriente para usos varios, tomas de corriente para usos informáticos, tomas de corriente para usos médicos, e instalaciones interiores especiales en salas con Paneles de Aislamiento en las plantas del edificio según los esquemas, desde las bornes de salida de los CSs.

En los esquemas de cuadros se reflejan los elementos de protección y los circuitos que protegen, las secciones y la potencia máxima prevista. Se ha previsto una caída de tensión máxima inferior o igual al 1,5% para el alumbrado y 3% para fuerza, con respecto a la tensión a plena carga en las bornas baja tensión del transformador. Por lo general estos circuitos se canalizan en tubo de PVC flexible para instalaciones empotradas e instalaciones ocultas por falsos techos.

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A en interruptores y de 16 A para tomas de corriente. Las tomas eléctricas no previstas con mecanismo, se dejarán en una caja de registro provista de bornas de conexión. Los CSs a demás de las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos llevarán interruptores automáticos relacionados a Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR) para la protección contra contactos indirectos por posibles fugas de corriente a tierra. La sensibilidad para alumbrado y fuerza usos varios será de 30 mA, y de 300 mA para fuerza usos informáticos.

## 2.4 CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

Una canalización eléctrica es la que nos define la ruta entre los emisores y receptores, también hace la función de proteger, frente a los impactos y condiciones atmosféricas, los conductores que lleva dentro. En caso de incendios, actúa como protector, ya que la mayoría no son propagadores de llama. Podemos distinguir los siguientes tipos:

### 2.4.1 BANDEJAS

Tienen como función de soporte y canalización. Estas bandejas se anclan en el techo o a la pared. Unos de los fabricantes más conocidos al nivel nacional es el Pensa.

#### 2.4.1.1 INFORMACIÓN TÉCNICA SEGÚN LA NORMA UNE-EN 61537

Están hechas de material metálico, por tanto son conductor de corriente eléctrica. La temperatura mínima y máxima de transporte, almacenamiento, instalación y utilización de entre -40 °C y 150°C. Y su resistencia de impacto es de 20 J.

La norma que homologa estas bandejas es la norma UNE-EN 61537 “Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para la conducción de cables”.

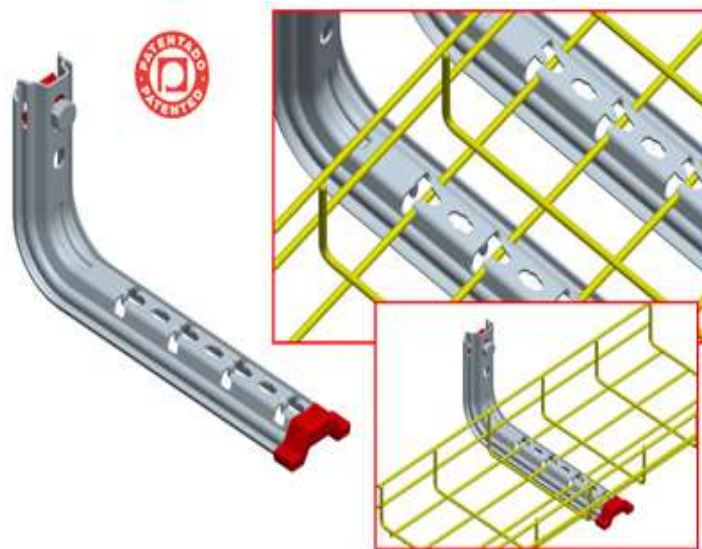


Figura 4: bandeja rejeband

Estas bandejas no tienen ninguna función como elementos de protección, por eso se recomienda para instalación de cables de tensión asignada 0,6/1KV. Otra función es la

de soportar cajas de empalme y derivación. El trazado de la canalización debe seguir líneas horizontales y verticales. Por último, hay que conectarlas a tierra, como norma de seguridad, ya que es un elemento conductor.

Al principio estas bandejas nos han sido diseñadas para resistir fuego. Pero posteriormente han sido desarrolladas para aguantar fuego. Para ello se ha creado la norma alemana DIN 4102-12, que se utiliza como referente en otros países europeos.

#### **2.4.1.2 ELECCIÓN ADECUADA**

Para la elección de un sistema de bandejas, es necesario conocer:

- Peso y diámetro de los cables previstos en la instalación y en futuras ampliaciones.
- Cargas puntuales previstas (luminarias, cajas,...)
- Distancia posible entre soportes o puntos de apoyo.
- Protección contra la corrosión.
- Tipo de instalación (abierta, cerrada,...)
- Modo de instalación (pared, techo, suelo,...)
- Necesidad de puesta a tierra.
- Compatibilidad electromagnética.

#### **2.4.1.3 MÉTODO DE CÁLCULO**

Para seleccionar la bandeja adecuada se hace un simple cálculo, que es el de la sección.

El peso de los cables se obtiene del catalogo de los mismos.

Cuando se tiene la sección y el peso de los cables se accede a un catalogo de bandejas y se selecciona la bandeja deseada.

La sección se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{K(100 + a)}{100} \sum n$$

Donde:

- S = Sección útil necesaria en mm<sup>2</sup>.
- K = Coeficiente de relleno: 1,2 cables pequeños, 1,4 cables de potencia.
- a = Porcentaje de ampliación (30%-50%).

- $\sum n$  = Suma de las secciones de los cables que se van a instalar en la bandeja.

Dicho cálculo es el que realiza el fabricante “Pemsa-Rejiband” y también es el usado por otros fabricantes.

Por último cabe citar que Pemsa ha desarrollado un software de cálculo y selección de bandejas llamado “ pemsa-pro”.

#### 2.4.2 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Se utilizan para canalizaciones enterradas, que pueden ser acometidas o derivaciones. Sus características técnicas:

Se trata de tuberías de color naranja flexibles, lo cual significa que se pueden moldear y hacer curvas. El material usado para su fabricación es el polietileno y la norma que lo regula es la norma UNE-50086-2-4. Como van enterrados no los alcanzan las llamas, aunque son propagadores de la misma. Tienen una resistencia de compresión superior a 450 N. Para facilitar su instalación se ha introducido una guía de nylon dentro, la que posteriormente se ata al cable y se tira de la guía.



Figura 5: tubos subterráneo

#### 2.4.3 TUBOS CURVADOS

Para canalizaciones empotradas en paredes, techos y falsos techos. Es el tipo de tubo usado para conducir cables de alumbrado, fuerza, alumbrado de emergencia, etc. Tienen las siguientes características:

Se pueden encontrar en tres colores: negro, blanco y naranja. Fabricados con PVC mixto y regulados por la norma UNE-61386-22. La resistencia de compresión de estos tubos es superior a 320 N, mientras que la resistencia al impacto es superior a 2J a una

temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ . La temperatura mínima y máxima de utilización está entre  $-5$  y  $60^{\circ}\text{C}$ . Son curvables, transversalmente elásticos, la rigidez dieléctrica es de  $2000\text{ V}$  y su resistencia de aislamiento es superior a  $1000\text{ Mohm}$ . Como suelen ir por el techo y paredes, han sido diseñados para que no se propague la llama.



Figura 6: tubos curvados

#### 2.4.4 TUBO METÁLICO

Se suele utilizar por la parte externa de los edificios. Se aplica en instalaciones industriales. Tiene las siguientes características técnicas: Regulado por la norma UNE-EN 61386-21. Material de fabricación es el acero laminado en bajo contenido en carbono, calidad tipo DC 03 según la norma EN-10130 y acabado electrolgalvanizado. La resistencia de compresión de estas tuberías metálicas es superior a  $4000\text{ N}$  y la resistencia al impacto es superior  $20,4\text{ J}$  a una temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$ . La temperatura mínima y máxima de utilización está entre  $-25$  y  $400^{\circ}\text{C}$ . Son rígidos, en el interior lleva una pintura anticorrosiva y son de color cincado.



Figura 7: tubo metálico.

### 2.4.5 TUBOS RÍGIDOS

Para canalizaciones superficiales ordinarias fijas. Se aplica en instalaciones eléctricas en edificios públicos (aeropuertos, hospitales, metro, etc...) de gran presencia de personas y donde se quiere evitar emisión de humos y gases ácidos en caso de incendios. Sus características técnicas son las siguientes:

La norma que los regula es la norma UNE-EN 61386-21. Están compuestos de PVC rígido. La resistencia de compresión es superior a 1250 N, mientras que la resistencia al impacto superior a 2J a una temperatura de -5°C. La temperatura de utilización oscila entre -5 y 60°C. Son rígidos, pero curvables en caliente, su rigidez dieléctrica es superior a 2000V, y su resistencia de aislamiento superior a 100 Mohm. No son propagadores de la llama. Estos tubos se suministran en barras de 3 metros y son de color gris y negro.



Figura 8: tubos rígidos.

Básicamente se pueden usar todo tipo de tuberías y se instalan según reglamento electrotécnico de baja tensión (R.E.B.T), en concreto redes subterráneas para distribución en baja tensión (ITC-BT-07) e instalaciones interiores o receptoras, tubos y canales protectoras (ITC-BT-21). Canalización subterránea servirá para canalizar acometida y derivaciones, por ejemplo desde centros de transformación hasta los cuadros generales. Tubos curvados se usan más para la conducción de fuerzas, también alumbrado y alumbrado de emergencia, pero cada vez menos, porque se utiliza manguera de 1,5 mm<sup>2</sup>. Los Tubos metálicos se utiliza más en instalaciones industriales, polideportivos, etc. por ejemplo, en caso de llevar una derivación por la



parte externa del edificio. Por último, tenemos el tubo rígido, este se utiliza dentro de los edificios, pero por la parte externa, por tanto son visibles. En vez de usar canalita se usa este, pero se utiliza más cuando se hacen ampliaciones o reformas.

## 2.5 PROTECCIONES

La selección adecuada de aparamenta es muy importante en instalaciones de baja tensión, porque es donde el ser humano puede tener contacto directo o indirecto con la electricidad, puede ser muy peligroso para él e incluso puede causarle la muerte. Por eso los circuitos tienen obligatoriamente que llevar elementos de protección, como la que citare más adelante, y que estos aparatos tienen que servir para cortar la corriente en caso de que se desee realizar alguna obra o algo similar. A continuación se hablar del interruptor diferencial y el interruptor automático.

### 2.5.1 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Su definición, según el RBT, es un aparato electromecánico o asociado destinadas a provocar los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor determinado. Están diseñados como protección complementaria contra los contactos directos e indirectos de personas, animales y bienes. Tiene como función detectar corrientes de defecto a tierra que accidentalmente se pueden producir en algún punto de la instalación. Por tanto, debe despejar la falta en un tiempo muy breve, mediante el corte automático de corriente de alimentación.



Figura 9: Interruptores diferenciales.

El interruptor diferencial es para un sistema trifásico con neutro, interrumpe el circuito en caso de un defecto de aislamiento entre fase y tierra e induce una corriente de fuga de 10, 30, 300 mA. Se usa en aplicaciones domésticas monofásicas, terciarias e industriales.

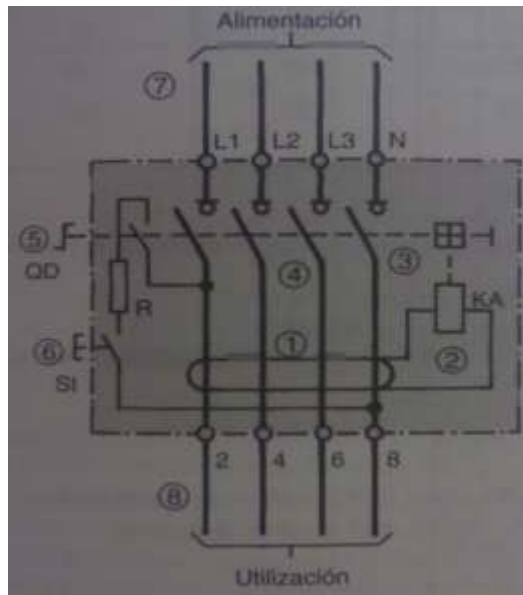


Figura 10: Esquema de un interruptor diferencial.

Los principales elementos de un interruptor diferencial:

1. Transformador de intensidad.
2. Electroimán (Accionador de los contactos del interruptor para efectuar la maniobra de desconexión).
3. Dispositivo mecánico de accionamiento de los contactos.
4. Contactos del interruptor.
5. Accionador manual para la conexión del interruptor.
6. Pulsador para testar el aparato (cuando se pulsa, se desconecta el interruptor).
7. Bornes de conexión para la alimentación.
8. Bornes donde se conecta el circuito de utilización.

Está constituido por un circuito magnético en forma de toro, sobre el cual están enrollados los conductores del circuito de potencia. Cuando se produce un defecto, el circuito rompe el equilibrio vectorial y el bobinado secundario es recorrido por una corriente residual, proporcional a la corriente de defecto que alimenta al relé KA, que al mover el dispositivo mecánico desconecta el interruptor y despeja la falta que podría causar serios problemas. Hay algunos aparatos electrónicos que pueden anular la respuesta de los interruptores diferenciales, porque producen corrientes de defecto asimétricas, para ello se emplea los diferenciales de corrientes continuas pulsantes o diferenciales superinmunizados.

Los diferenciales superinmunizados se emplean cuando varios equipos electrónicos se encuentran en la misma fase y las corrientes de fuga se posicionan vectorialmente. Cuando la suma de estas corrientes alcanza el 30 % del umbral nominal de la sensibilidad del dispositivo diferencial, se produce un disparo intempestivo. Por esta razón se utilizan para usos informáticos.

Características de utilización: se emplean para corriente alterna, para una frecuencia 50 o 60 Hz (según el sistema europeo o americano), los 230 V son de dos polos y los 400 V de cuatro, su sensibilidad está entre 30 y 300 mA, la clase AC y A tienen las siguientes corrientes nominales: 25, 40 y 63 A y la clase AC/s y A/s (Selectivos): 63, 80 y 100 A, su poder de corte es de 10 kA y su tensión de aislamiento es de 500 V. la norma que lo regula es la UNE-EN 61008.

La elección de los diferenciales se basa en las corrientes nominales de defecto a tierra y la clase de desconexión.

Según las corrientes nominales de defecto a tierra tenemos cuatro tipos:

- 10 mA: Aporta un elevado grado de protección contra descargas eléctricas en estado peligroso en los cuales se requiere una protección adicional contra los contactos directos.
- 30 mA: Aporta un elevado grado de protección contra descargas eléctricas en circunstancias peligrosas en los cuales se requiere una protección adicional contra los contactos directos imprevistos cuando es imprescindible una desconexión en 40 ms si se detecta una corriente de falta de 150 mA.
- 100 mA: Aporta una protección de un alto grado contra descargas eléctricas en estados donde puedan suceder contactos indirectos.
- 300 mA: ofrece una protección integral contra faltas a tierra en cables, únicamente se desconecta cuando hay sobrecorrientes que puedan causar chispas en elementos metálicos o descargas eléctricas.

Según las clases de desconexión:

- Clase AC: se produce una desconexión por defectos a tierra provocados por corrientes sinusoidales, tanto si han sido aplicadas rápidamente o si se incrementan paulatinamente.

- Clase A: Desconexión se produce por defectos a tierra causado por corrientes alternas sinusoidales o por corrientes continuas pulsantes, tanto si han sido aplicadas repentinamente como si se incrementan lentamente.
- Clase S: SELECTIVO. Puede ser usado aguas arriba de la instalación para obtener una coordinación selectiva con los diferenciales instalados aguas abajo, en el propio cuadro.

Los interruptores diferenciales estandarizados usualmente son de disparo instantáneo. Esto quiere decir que la conexión serie de estos aparatos no garantiza una coordinación de disparo selectivo en caso de una falta. Para obtener una mejor selectividad de desconexión es necesario conectar uno o más diferenciales retardados encima de los diferenciales instantáneos.

Los diferenciales clase S se emplean en los cuadros generales, a la salida de los transformadores o CT. Mientras que las clases AC o A se utilizan en cuadros secundarios o distribución. En nuestro caso está previsto proteger los cuadros secundarios contra contactos indirectos con diferenciales de 30 mA de sensibilidad para el alumbrado y tomas de corrientes de usos múltiples y 300 mA de sensibilidad para usos médicos y equipos informativos. En caso de los usos industriales también está previsto protegerlos con diferenciales de corriente diferencial de 300 mA, pero con la condición de que no sean húmedos, ya que el IP (índice de protección) de estos dispositivos es de 20.

## 2.5.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Definición según el reglamento de baja tensión (RBT)

Interruptor automático o disyuntor es un dispositivo capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente en condiciones predeterminadas, intensidades anormalmente elevadas, como pueden ser las corrientes de cortocircuito.



Figura 11: Interruptor Automático.

El automático es un interruptor de control de potencia y magnetotérmico, que integra una serie de dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada el mando, protección contra sobrecargas y protección contra cortocircuitos.

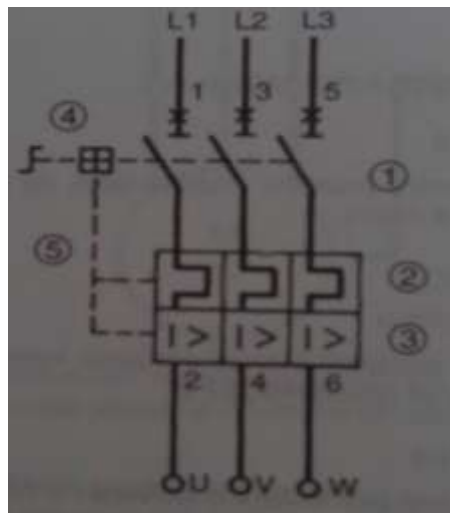


Figura 12: Esquema de un interruptor automático.

El esquema corresponde con disyuntor tripolar y la imagen es de un interruptor automático simple.

Los elementos principales que podría tener un automático tripolar:

1. Interruptor tripolar.
2. Relé térmico (protección contra sobrecargas).
3. Relé magnético (protección contra cortocircuitos).
4. Dispositivo de accionamiento manual.

5. Mecanismo para la desconexión automática, cuando se detectan anomalías de sobrecargas o cortocircuito.

Características.

Los interruptores automáticos se erigen de acuerdo con las normas UNE 20.317-88, UNE 20347-81, UNE EN 60.898, EN 60.947-2 y otras.

Las tensiones asignadas cuando se trata de un automático unipolar es 230/400 V, y de un automático tripolar es de 400 V. Las intensidades asignadas van de 1 hasta 63 A. El poder de cortocircuito mínimo asignado es de unos de 4500 A. Los bornes están previstos, para permitir la conexión de conductores de cobre que tienen las siguientes secciones: de 50 A, sección de 6 a 16 mm<sup>2</sup> y de 63 A, sección de 10 a 25 mm<sup>2</sup>. Las características de desconexión deben garantizar un funcionamiento sin aperturas inadecuadas. Estos y más características deben venir en la placa o etiqueta de características.

La elección de un interruptor automático debe cumplir la función de proteger:

- Contra las sobreintensidades: el dispositivo protege las cargas contra las sobrecargas de las sobreintensidades continuadas, impidiendo efectos que puedan incrementar la temperatura en los circuitos.
- Contra corrientes de cortocircuito: cuando se producen intensidades elevadas de corta duración, cortocircuito y arranques, el relé térmico debe proteger las cargas y conductores.
- Contra contactos indirectos: selectividad entre elementos de protección en sentido descendente y ascendente.

El método de elección es que la corriente de magnetotermico tiene que ser menor que la corriente admitida por el conductor y mayor que la corriente de utilización.

Las aplicaciones de los magnetotermicos son diversas, en nuestro caso en vez de aplicar fusibles, se emplea interruptores automáticos. Pero donde más se aplican es en alumbrado (10 A), fuerza y usos informáticos (16).

### **2.5.3 FUSIBLES**

Se trata de dispositivo que sirve para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos, permite el paso de corriente mientras que esta no sobrepase los valores establecidos, en

caso de que pase, el fusible se derrite, se abre el circuito y la corriente no pasa. Normalmente estos dispositivos se colocan entre la fuente de alimentación y el circuito que alimenta, y en algunos aparatos eléctricos viene incorporado.

El fusible está formado por una lámina o hilo metálico que se funde con el calor que produce la corriente cuando pasa. Los fusibles tienen que ser capaces de conducir una corriente superior a la que supuestamente puede quemarse. Cuando el fusible se quema, hay que reemplazarlo por otro de las mismas características, pero antes se debe revisar el equipo para determinar las causas que provocado que los fusibles se quemen.



Figura 13: Fusible.

En este proyecto no se van emplear fusibles, pero los menciono, ya que ha sido y son muy utilizados, aunque han perdido terreno frente a los interruptores automáticos.

Además de los dispositivos mencionados en los apartados anteriores, hay otros que además de protección ofrecen otras características de utilidad para el sistema eléctrico:

- **INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO DE CORTE OMNIPOLAR**

Se acciona manualmente y está dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Es independiente del interruptor de control de potencia. Tendrán un poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en un punto cualquier de la instalación a proteger. Poder de corte mínimo es superior a 4500 A.



- **REPARTIDOR MODULAR**

Se trata de un aparato que se emplea para facilitar la organización y distribución del cableado en un gabinete. Son barras de cobre que aceptan conductor de distintas secciones. Se puede conectar y cablear de una norma más rápida. También tiene la misión de proteger, ya actúa como cubierta frontal que evita contacto accidental con partes cargadas. Se fabrica según la norma UNE EN 60947-1. Tiene una tensión de aislamiento de 500 V y tensión de impulso de 8 KV.

#### **2.5.4 UBICACIÓN DE LA APARAMENTA**

Los interruptores automáticos se ubican a la salida de los centros de transformación, en el cuadro general de baja tensión, interrumpen corrientes automáticamente en condiciones adversas, como por ejemplo las sobreesintensidades provocadas por un cortocircuito. También se suelen emplear fusibles tipo PIA, pero estos tienen la desventaja de que cuando actúan, debe ser sustituido por otro, mientras que los interruptores aguantan hasta 22.000 maniobras elécticas y 10.000 mecánicas. Estos interruptores están más bien para proteger los circuitos de utilización de los posibles cortocircuitos producidos en los transformadores. En caso de que se produzca una anomalía en los circuitos de utilización, estos relés esperan un tiempo determinado para ver lo que hacen las demás protecciones que están antes, en caso de que no actúen, entonces los relés disparan.

En la parte superior de los cuadros secundarios es donde se ubica el interruptor general y el repartido modular, que interconecta el interruptor general con los peines. Cada peine lleva conectado un magnetotérmico mas un interruptor diferencial y sus interruptores automáticos de salida, que ocupan una fila por si solos. El interruptor general es que limita la potencia, en caso de sobreintensidades o sobrecargas dispara.

Hay que garantizar la selectividad y la coordinación entre los diferenciales entre los distintos relés. Se tiene que cumplir los siguientes requisitos:

El tiempo de no actuación del relé instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo total de operación del relé situado aguas abajo. Estos interruptores son de tipo S, con tiempo de retardo regulable, por tanto cumple esta condición.

La intensidad diferencial-residual del relé instalado aguas arriba deberá ser superior a la del relé aguas abajo.

Este tipo de aparamenta se instala según el reglamento electrotécnico de baja de tensión (REBT).

- ITC-BT-22: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades. Los circuitos tienen que estar protegidos frente a efectos de sobreintensidad que se podrían producir en el mismo, para ello el circuito debe ser interrumpido en un tiempo establecido en caso de sobretensiones imprevistas. La norma UNE 20.460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección según sea por sobrecargas o cortocircuitos., señalando en cada caso su instalación u omisión.
- ITC-BT-23: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones. Esta instrucción trata sobre la protección contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se causan como resultado de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.
- ITC-BT-24: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos. Esta instrucción describe las medidas que deben asegurar la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.

## 2.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Según el Reglamento de Baja Tensión se define como “*instalación provista de uno o varios transformadores reductores de alta a baja tensión con la aparamenta y obra complementaria precisas*”. En los diferentes sistemas eléctricos, los Centros de Transformación (CT) tienen una función fundamental, que consiste en la distribución de energía eléctrica a diferentes tensiones y también permiten la conexión a líneas y redes en cualquier punto que se estime preciso. Normalmente se encuentran ubicados entre subestaciones y abonados. Reduce distintas tensiones de servicio de la red de distribución en Media Tensión (MT), que va de 11 hasta 45 kV. Se decreta en el RD 1955/2000, artículo 47 apartado 5, que en cualquier edificio con una potencia instalada superior a 100 kW, se debe reservar un local para CT y que este debe cumplir unas características específicas. Se distinguen varios CTs, según la alimentación, la propiedad, el emplazamiento, la acometida y, según también, la obra civil. Vamos a realizar una breve descripción de cada tipo.

### 2.6.1 TIPOS.

#### 1. CT SEGÚN LA ALIMENTACIÓN

- **CT alimentado en punta:** sólo se dispone de una línea de alimentación y su conexión consiste en una derivación de la red principal o es el punto final de dicha red.
- **Alimentado en paso:** conocido también como CT alimentado en anillo o bucle. Dispone de dos líneas, una es de entrada y otra de salida hacia otro centro.

#### 2. CT SEGÚN LA PROPIEDAD

- **CT de empresa:** es propiedad de la empresa suministradora, dispone de varias celdas de línea generalmente de salida y llegada, y una celda de protección por cada transformador disponible.
- **CT de abonado:** es propiedad del cliente y su tensión de alimentación viene condicionada por la empresa suministradora en la zona del cliente. Se distinguen dos variantes, cuando el CT dispone de un equipo de medida de BT suele ser de poca potencia, de intemperie sobre apoyos; y cuando CT dispone de un equipo

de medida de MT, es de mayor potencia, la mitad es propiedad de la empresa y otra mitad del cliente.

### 3. CT SEGÚN SU EMPLAZAMIENTO

- **CT de intemperie:** la instalación típica está constituida por un transformador de potencia no superior a 160 kW, protegido por fusibles y seccionadores. Todo está montado sobre un apoyo de hormigón o metal. Se utiliza en zonas rurales y se evitan gastos, ya que no se necesita la construcción de un local para CT.
- **CT interior:** se ubican en recintos cerrados. Se distinguen dos tipos:
  - ❖ **CT de superficie:** la puerta de acceso se ubica en la calle, puede estar instalado en un edificio o de forma independiente, aislada de cualquier construcción.
  - ❖ **CT subterráneo:** se instalan bajo vías públicas o en sótanos de edificios y la entrada está sobre el nivel del suelo. La construcción se realiza de ladrillo, metal o prefabricado de hormigón.

### 4. CT SEGÚN LA ACOMETIDA

- **CT con acometida aérea:** la corriente eléctrica llega al centro a través de una línea aérea de MT.
- **CT con acometida subterránea:** la corriente eléctrica llega a través de cables de MT subterráneos.

### 5. CT SEGÚN LA OBRA CIVIL

- **CT convencionales:** normalmente se instalan en el interior de un recinto construido de ladrillo, piedra, hormigón u otro material según la obra civil. Se utilizaban en zonas rurales y han sido remplazados por CT de intemperie.
- **CT compacto semienterrado:** es un monobloque prefabricado que se instala semienterrado, incorpora paramenta de MT con aislantes y corte en gas hexafluro (SF<sub>6</sub>), transformador, cuadro de BT y elementos de conexión y auxiliares. Su carácter semienterrado reduce el impacto visual, lo que hace que sea instalado en zonas industriales y residuales; además incorpora una puerta de acceso a la aparamenta.

- **CT de compacto superficie:** es lo mismo que el compacto semienterrado pero se instala en superficie.
- **CT de maniobra:** se aplican en red MT. Consiste en un monobloque que está diseñado para ser instalado en superficie. Incorpora tres celdas de interruptor en carga de 24 KV, con aislamiento y corte de SF<sub>6</sub>, que se maniobra desde el exterior. Para la realización de las maniobras y operaciones de mantenimiento se usa una puerta de dos hojas que permite el acceso directo a la aparatenta.
- **CT prefabricados:** estos centros responden a exigencias de planificación, así como a la necesidad de obtener tamaños reducidos, facilidad de transporte e instalación, máxima resistencia a los agentes atmosféricos. Puede ser de superficie o subterráneos.

### 2.6.1 ELEMENTOS DE UN CT

Los elementos son los siguientes: celdas, embarrados de MT, cuadro de BT y transformadores.

#### 1. CELDAS

- **Celda de línea.**

Las celdas de línea pueden ser de entrada o salida, su función fundamental es recibir los cables de acometida o darlos hacia otros CT. Lleva aisladores de apoyo y tres botellas unipolares o tripolares para conectar la línea de llegada.

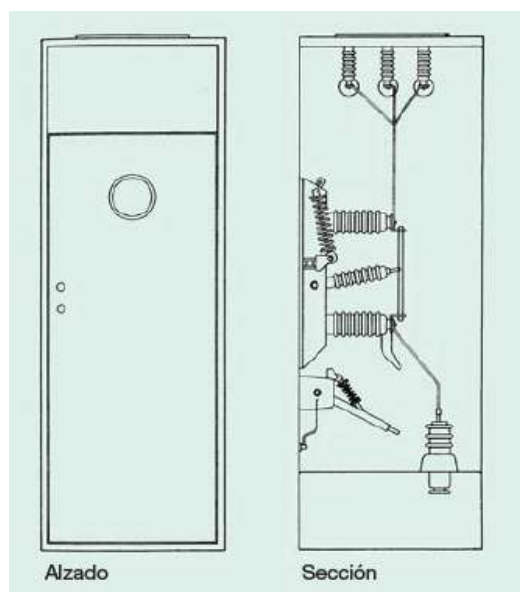


Figura 14: Celda de línea un CT.

La celda está dotada de un interruptor-seccionador de tres posiciones, que permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente los tres bornes de los cables de MT. El interruptor-seccionador tiene una intensidad de 400 A, intensidad térmica admisible de corta duración no inferior a 10KA y un valor de cresta no inferior a 25 KA. Incorpora una palanca de accionamiento y punto de luz para el alumbrado de la celda.

#### ➤ Celda de protección de transformador

Se suele ubicar justo a continuación de la celda de entrada y su función principal es proteger al transformador de las posibles anomalías. Esta función se puede realizar de varias formas, mediante un interruptor-seccionador de igual características que el de la celda de línea o mediante fusibles que permiten su asociación con el interruptor. En caso de llevar un interruptor, las pletinas del mismo se deben encontrar en el interior de una cuba con gas hexafluoruro, en caso de que sea una celda tipo SF6.

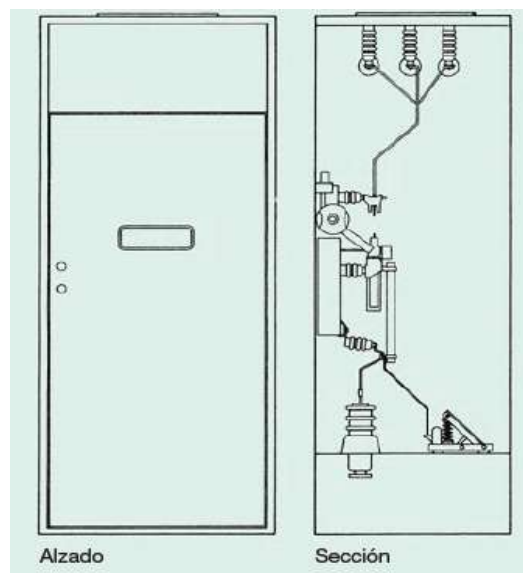


Figura 15: Celda de protección del transformador.

#### ➤ Celda en obra civil o de transformador

Es donde se instala los transformadores. Se emplean cuando se dispone más de un transformador.

Son celdas diseñadas con elementos refrigerantes y con un sistema adecuado para la absorción de la dilatación del líquido refrigerante. Dispone de bornes de conexión de MT y BT, y borne de conexión de puesta a tierra.

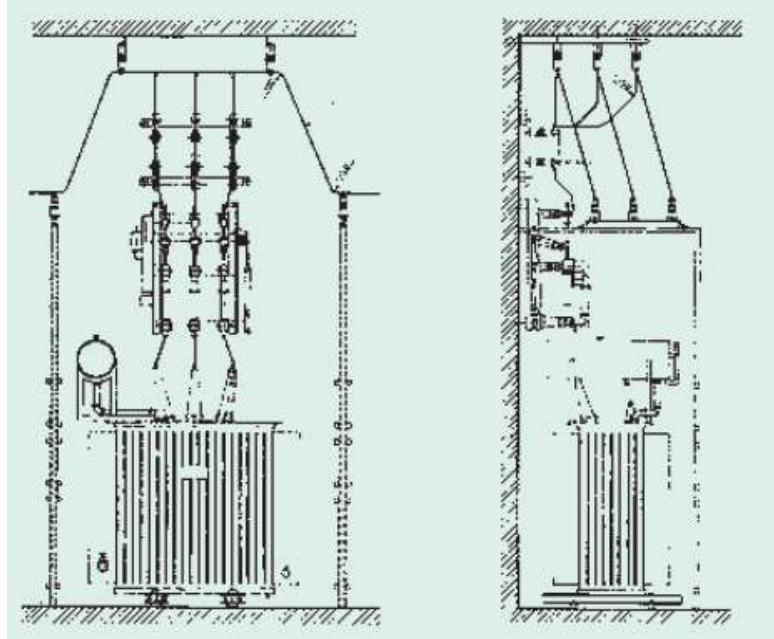


Figura 16: Celda del transformador.

➤ **Celda del interruptor automático o de corte general**

Incorpora un interruptor automático y un seccionador de tres posiciones, el cual está dotado de un sistema autónomo de protecciones que permite la realización de protecciones generales.

➤ **Celda de remonte**

Permite llevar los cables hasta el embarrado, proporcionando una mejor protección mecánica ante agentes externos.

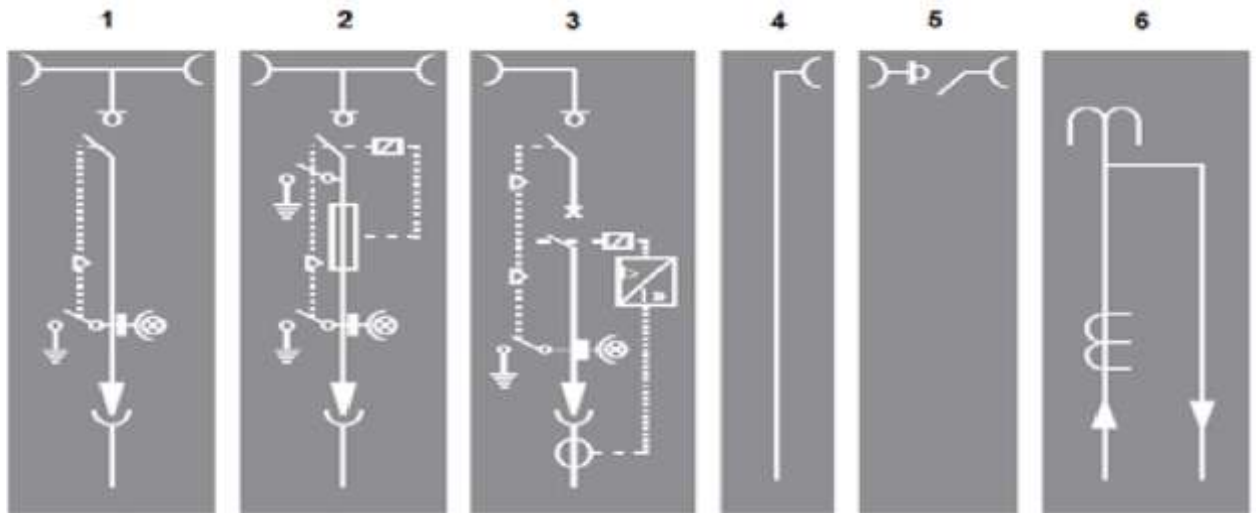
➤ **Celda de medida**

Los equipos de medida no son capaces de soportar los valores de tensiones y corrientes reales de trabajo, para solucionar esto se instala este tipo de celda. En su interior podemos encontrar normalmente, un transformador de tensión y otro de intensidad, que transforma respectivamente los valores de tensión e intensidad hasta valores reducidos

para que sean soportados por los equipos de medida, una vez hecho esto, se deriva desde este punto al contador para instalar en el correspondiente armario de medida.

### ➤ Celdas de seccionamiento pasante

Se suele emplear en casos en los que se quiere dividir o aislar una parte de la instalación del CT.



**Figura 17: Esquemas eléctricos.**

1. Celda de línea.
2. Celda de protección con fusible.
3. Celda de protección con interruptor automático.
4. Celda de remonte.
5. Celdas de seccionamientos pasante.
6. Celda de medida.

### Conexión entre celdas

Para realiza las conexiones eléctricas y mecánicas entre celdas se emplea un elemento llamado “conjunto de unión”, cuya finalidad permite, de forma fácil, la unión del embarrado de las celdas del sistema modular y sin necesidad de reponer el gas hexafluoruro para aislar. La composición del conjunto de unión y su diseño hacen que sea imposible la producción de descargas parciales y también permite mantener los niveles de aislamiento, y las intensidades nominales y de cortocircuito que las celdas tienen por separado.



## 2. EMBARRADO DE MT

Los embarrados son las líneas de unión entre las diferentes celdas que forman el CT, que a su vez están montados sobre aisladores de apoyo. Actualmente este embarrado esta dentro de las celdas. Antiguamente el embarrado estaba hecho con varillas montadas en las paredes del local, cumpliendo los requisitos de seguridad mediante aisladores.

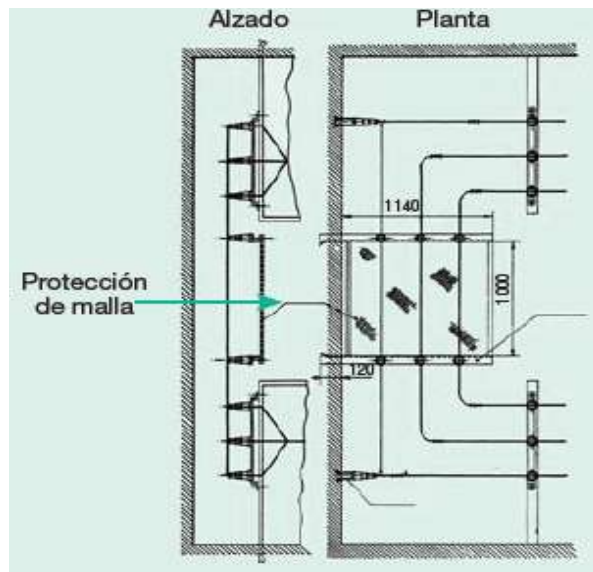


Figura 18: Embarrado de MT de CT.

## 3. CUADRO DE BT

El cuadro de BT se ubica en el CT y su función es recibir los circuitos en baja tensión que procede de los transformadores y distribuirlo. En la actualidad estos cuadros vienen montados de fábrica y son modulares y cada modulo tiene una función determinada dentro del conjunto. Existen dos tipos de cuadros: el cuadro que dispone de cuatro salidas, que se domina modulo de acometida AC4; y el que se utiliza cuando se necesita más de cuatro salidas y se denomina modulo de ampliación AM4. Los cuadros de baja tensión incorporan puerta frontal y envolvente metálica.

Los módulos están constituidos por los siguientes elementos:

- Unidad funcional de embarrado: está formada por barras horizontales y su función es la interconexión entre los cables que llegan del transformador y la unidad funcional.

- Unidad de barras horizontales: recibe corriente de las barras horizontales y la distribuye entre las salidas de BT.
- unidad funcional de seccionamiento: compuesta por cuatro pletinas de cobre deslizantes y un seccionador para maniobra. Se utiliza para dejar sin servicio las salidas de BT que hay en el cuadro.
- Unidad funcional de protección: se constituye de un sistema de cortocircuitos fusibles que protegen cada una de las salidas de forma individual. Últimamente hay cierta tendencia a la utilización de interruptores o disyuntores equipados con relés de protección.

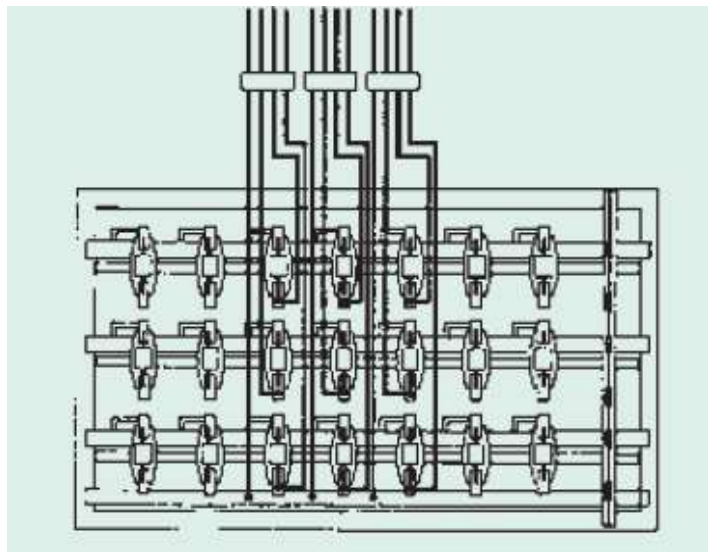


Figura 19: Cuadro de BT.

#### 4. TRANSFORMADOR

El elemento principal de un CT es el transformador de distribución. Su función es reducir la tensión de la red de MT a valores aptos para el funcionamiento de BT. Hay básicamente tres tipos: transformador de distribución en aceite, en silicona y transformador seco, que se utiliza con frecuencia debido a su bajo mantenimiento.

##### ➤ CONSTITUCIÓN EXTERNA

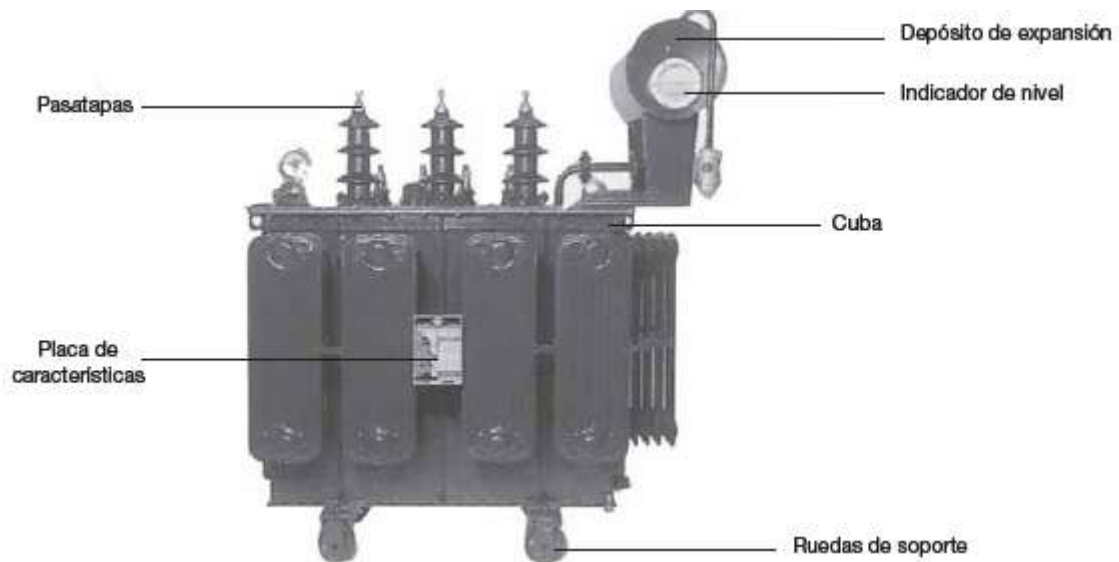


Figura 20: Partes de un transformador.

1. **Pasatapas de MT.** Es donde se conectan las bobinas del trafo con la llegada de MT, para ello tiene que atravesar la cuba.
2. **Pasatapas de BT.** Es donde se conecta las bobinas del trafo con la salida de BT, también se tiene que atravesar la cuba.
3. **Cuba.** Se trata de un deposito que contiene un liquido refrigerante, normalmente aceite, en el que van inmersos el núcleo y los bobinados del transformador. En sus laterales podemos encontrar radiadores adosados, por donde circula el aceite por convección y de esta forma se refrigera el transformador. Si se trata de potencias pequeñas el transformador no lleva refrigeración. Para poder mover el trafo de forma fácil, la cuba descansa sobre cuatro ruedas.
4. **Deposito de expansión.** Se ubica en la parte superior de la cuba, comunicando con ella, de tal manera que permite asegurar su inundación completa. Ante variaciones de temperatura, sirve como cámara de expansión de aceite.
5. **Indicador del nivel del aceite.** Es una ventanilla circular, se coloca a ambos lados del depósito de expansión y permite la observación del nivel del aceite de temperaturas comprendidas entre 0 y 100 C.
6. **Desecador.** Es el elemento que comunica con la atmosfera y su objetivo es secar el aire que entra al trafo como consecuencia de la disminución el nivel del aceite. Está formado por un recipiente que contiene gravilla de sílice y se instala en algunos trafos junto al depósito de expansión.

7. **Termostatos.** Pueden ser de columna o de esfera. El primero indica sólo la temperatura del aceite del trafo, mientras que los de esfera, además, disponen de contactos ajustables a cualquier valor deseado, para provocar alarmas o disparos del trafo.
8. **Designación de bornes.** En la cuba se fija la asignación de bornes de lado MT y de BT.

➤ **CONSTITUCIÓN INTERNA.**

- 1 Núcleo magnético: es por donde circula el flujo magnético. Se constituye de columnas, culatas y yugos.

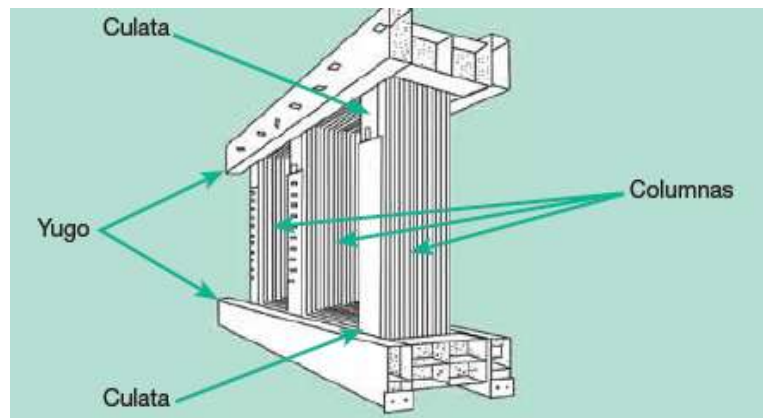


Figura 21: Núcleo magnético.

Se compone de chapas ferromagnéticas de una aleación de acero, de 35 mm de espesor, realizadas con silicio entre 3 y 5% y están aisladas eléctricamente entre sí. Estas láminas presentan bajas pérdidas debido al efecto histéresis y las corrientes de Foucault. En necesario formar conductos de refrigeración en el interior del núcleo, de esta forma se aumenta la capacidad de disipación de calor y esto se realiza poniendo separadores aislantes, de espesor considerable para que el aceite pueda circular. Se distinguen básicamente dos tipos:

- Núcleo de columna: se constituye de tres columnas ubicadas de forma paralela, unidas en las partes superior e inferior mediante chapas de

forma horizontal. Sobre cada columna se enrolla el hilo del bobinado primario y del secundario, que corresponde a cada fase.

- Núcleo tipo acorazado: este tipo, comparado con el tipo columna, tiene la ventaja de reducir la dispersión del flujo magnético y es más usual en transformadores monofásicos. En el núcleo acorazado, los arrollamientos se ubican en la columna central.

2 Arrollamientos: son bobinas de hilo de cobre o aluminio que pueden ser de secciones circulares o rectangulares. Las disposiciones más usuales son:

- Arrollamientos alternados: consiste en enrollar un número determinado de vueltas del bobinado de BT, seguido de una capa de aislante y después un número de vueltas que corresponden al bobinado de AT, y así, de forma sucesiva hasta cubrir toda la altura de la columna del núcleo.
- Arrollamientos concéntricos: se construye primero el bobinado correspondiente a BT, seguido de la chapa aislante y a continuación el bobinado de AT, ambos a lo largo de todo el núcleo.

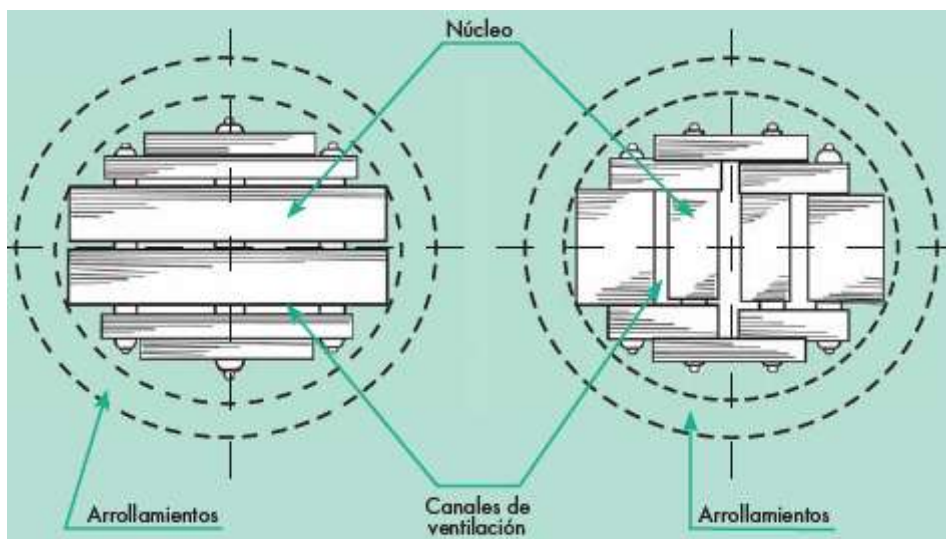


Figura 22: Arrollamientos.

### ➤ Características generales :

Para diseñar los transformadores de distribución y su posterior empleo en los CT requieren unas características específicas, que se basa en los siguientes factores:

- Tensión primaria: tensión de alimentación del transformador, hay transformadores con dos tensiones nominales primarias, en tal caso, la tensión de funcionamiento se selecciona a través de conexiones internas en el devanado.
- Tensión máxima de servicio: nivel de tensión mayor para el que está fabricado el transformador operando en régimen permanente.
- Tensión nominal secundaria: es la tensión obtenida en los bornes del circuito secundario cuando se alimenta el primero con la tensión nominal.
- Potencia nominal: potencia aparente máxima que puede suministrar el circuito secundario de un transformador, referida a la tensión nominal en condiciones de temperatura preestablecidas.
- Calentamiento: en los transformadores de distribución se permiten las siguientes temperaturas; temperatura máxima del cobre, 65 °C; temperatura máxima del aceite, 60°C; temperatura máxima ambiente, 40°C.
- Intensidad nominal primaria. Para proteger el transformador se selecciona fusibles o relés, cuya elección se hace según su intensidad nominal primaria.
- Tensión de cortocircuito: se expresa en tanto por ciento sobre el valor de la tensión nominal y es decisivo cuando se dispone de transformadores acoplados en paralelo.
- Intensidad nominal secundaria: intensidad que circula por el arrollamiento secundario del transformador cuando se suministra la potencia nominal.

#### ➤ Transformadores trifásicos

Los conceptos de un transformador monofásico son aplicables para uno trifásico. Un sistema trifásico esta compuesto de tres transformadores monofásicos o de un único núcleo magnético. Para relacionar las tensiones primarias con las secundarias, no basta con la relación de transformación, sino que hay que indicar los desfases relativos entre las tensiones de la misma fase entre el lado de AT y el de BT. Para establecer dichos desfases, se debe construir los diagramas fasoriales de tensiones, conociendo la

conexión de baja y de alta tensión, la polaridad de los enrollamientos y las designaciones de los bornes.

Los tres arrollamientos, tanto del primario como del secundario, se pueden conectar de diversas formas, siendo las siguientes algunas de las más frecuentes:

- Estrella
- Triangulo
- Zigzag

Todos los bobinados montados sobre una misma columna abrazan en cada instante el mismo flujo común  $\phi$  y con el fin de hallar el sentido de las f.e.m. se admite que el sentido de arrollamiento de las bobinas primarias y secundarias sea el mismo.

Dependiendo del tipo de conexión, entre las tensiones simples del primario y del secundario pueden aparecer, entre las tensiones simples respectivas, unas determinadas diferencias de fase. Para indicar el desfase existente entre las tensiones simples, se suele utilizar el llamado índice horario expresado en múltiplos de  $30^\circ$ . El conocimiento del índice horario tiene gran importancia cuando que se quiere acoplar transformadores en paralelo, por lo tanto, el índice horario debe ser el mismo para todos los transformadores.

Existen varias combinaciones con su respectivo índice horario, cada combinación tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Dependiendo de la aplicación que se vaya a dar se decanta por una configuración u otra. El más apropiado para distribución es la configuración estrella-estrella. En esta configuración el neutro se puede conectar a tierra o para una distribución equilibrada con cuatro cables. Si se produce un fallo en cualquiera de las fases, las demás fases pueden funcionar dando como resultado una transformación monofásica. Hay que destacar que los neutros negativos son muy inestables, a menos que sean asilados a tierra.

➤ **Acoplamiento de transformadores en paralelo.**

Cuando se quiere conectar dos o más transformadores en paralelo se unen los arrollamiento primarios entre si, por un lado, y los secundarios por otra. De esto se deduce que las tensiones primaria y secundaria de todos los transformadores tienen que ser iguales de carácter obligatorio. De esto se deduce la condición que se debe cumplir

cuando se vayan a conectar transformadores en paralelo, es decir, tienen que tener la misma relación transformación.

Las condiciones de conexión son las siguientes:

- Que tenga la misma relación de transformación.
- Que tengan la misma tensión de cortocircuito.
- Que tengan la misma potencia.
- Que tengan el mismo índice horario.

Para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación es necesario que cumplan las tres primeras condiciones, y la última es muy importante cuando se tienen transformadores trifásicos.

### **2.6.3 EL HEXAFLUORURO DE AZUFRE (SF<sub>6</sub>)**

Se trata de un gas inerte artificial, incoloro, inodoro, no tóxico e incombustible. Se forma con la unión del Azufre y Flúor, elementos químicos muy activos y su estructura química le permite estabilidad y una elevada electronegatividad proporcionada por el Flúor. Sus propiedades de aislamiento son excelentes, y su estabilidad térmica y química son extraordinariamente altas. Estas propiedades le han otorgado un amplio uso en interruptores, tanto de Alta como de Media Tensión; en ambos casos muestra un alto rendimiento y una fiabilidad muy elevada. Posee excelentes propiedades para la interrupción del arco, esto se debe a su baja temperatura de ionización y su elevada energía de disgregación.

También se aplica como medio aislante en transformadores de potencia, apatamenta, condensadores y conductos de barra. Los equipos que incorporan el SF<sub>6</sub> como aislante conservan sus parámetros nominales, tanto si se llenan con un gas nuevo como si lo hacen con uno regenerado.

Se destaca porque tiene excelentes características dieléctricas, su capacidad dieléctrica es de 2.5 a 3 veces la del aire. Tiene cinco veces el peso del aire.

Cuando se produce un arco eléctrico en un interruptor y se extingue, el SF<sub>6</sub> se ioniza y se asocia para formar de nuevo gas. Cada interruptor de media tensión en SF<sub>6</sub> es equipado con filtros activos que absorben posible humedad liberada por los materiales



aislantes. Los productos de descomposición por efecto de arco son absorbidos por medio de filtros.

El monitoreo del estado del gas nos permite un control permanente del medio dieléctrico y la posibilidad de integrar el interruptor en sistemas de supervisión y control remoto.

Las operaciones de maniobras no causan significativas sobretensiones, por lo tanto, no hay necesidad de descargadores, ni daños de los materiales aislantes y tampoco un envejecimiento anticipada de los mismos.

El SF6 se puede recuperar cuando se realiza el mantenimiento de equipos, se filtra y se almacena para que se pueda utilizar de nuevo. Para ello se emplean los siguientes equipos: bomba de aspiración, compresor, batería de filtros, equipo de refrigeración y aparatos de almacenamiento.

#### **2.6.4 PUESTA A TIERRA**

En la norma CEI se establecen los esquemas de conexión de puesta a tierra. En España la PAT está regulada por el REBT ITC-BT-08 “*sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica*”, en la ITC-BT-18 de REBT, en el apartado 11, se exige que la tierra de las masas de la instalación en BT y la tierra de masas del CT sean independientes.

En este apartado, que corresponde al centro de transformación, hablaré de la red de PAT de protecciones en AT y redes de PAT de neutros de los transformadores.

En la red de PAT de protecciones en AT se pondrá en tierra todos los elementos metálicos (puertas, ventanas, tuberías, etc.) de la instalación correspondiente a AT, aunque habitualmente no están sometidos a ella. También se conectará a esta red el mallazo de equipotencialidad prevista para el suelo del CT. El mallazo previsto será un electro soldado con redondo de 4 mm, formando una retícula de 30x30 cm que se instalará en el CT, que posteriormente se cubrirá con una capa de hormigón con un espesor de 10 cm. El mallazo se pondrá a tierra mediante dos o más puntas preferentemente opuestas.

En las redes de PAT de neutros de los transformadores se pondrán en tierra independiente cada uno de los neutros de transformadores que, al conectarlos al barraje

del Cuadro General de Baja Tensión mediante los interruptores de B.T., quedarán unificados en una sola puesta a tierra cuyo valor no será superior a 2 ohmios (ITC-BT-08 apartado 2.e) con el fin de poder establecer un sistema TN-S

### 2.6.5 ENFOCADO AL HOSPITAL

El hospital dispone de tres CTs. Yo solo tengo que hablar del CT-2. Este CT es propiedad del hospital, por tanto tiene un lugar reservado en el interior del edificio. Se trata de un CT alimentado en paso en forma de bucle o anillo y la corriente llega mediante una acometida subterránea. El CT-2 tiene las siguientes características:

- Tensión primaria:  $15\text{kV} \pm 5 \pm 7,5\%$
- Tensión secundaria:  $3 \times 242 / 420 \text{ V}$
- Potencia a plena carga disponible:  $3 \times 1600 = 4800 \text{ KVA}$
- Frecuencia industrial: 50 Hz
- Tensión asignada de la aparamenta: 24 KV
- Poder de corte en cortocircuito: 20 KA
- Sistema de distribución en BT para régimen de Neutro TN-S.

El CT está formado por celdas modulares en envolvente metálica, que acoge una cuba inundada del gas SF<sub>6</sub> donde se ubican la aparamenta de corte y el embarrado. Tienen los siguientes tipos de celdas:

- Dos celdas de línea
- Celda de corte general
- Celda de remonte de barras
- Tres celdas de protección de transformadores
- Tres celdas de obra civil para los transformadores.

CT está formado por tres transformadores acoplados en paralelo, son del tipo encapsulado en resina epoxi, con sistema de ventilación forzada que el mismo transformador incorpora. Tiene las siguientes características técnicas:

- Potencia nominal: 400 kVA
- Tensión primario:  $15,4/20 \text{ kV} \pm 5 \pm 7.5\%$
- Tensión secundario:  $3 \times 342/420 \text{ V}$

- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión de cortocircuito: 6%
- Grupo conexión Dy11n

### **2.6.6 SISTEMA DE VENTILACIÓN**

Debido a las posibles pérdidas en los transformadores, porque el CT sufre calentamiento, se instala un sistema de ventilación para evitar la condensación y evacuar el calor generado por los transformadores con el objeto de mantener una temperatura adecuada parecida a la ambiental. Hay dos tipos:

- Ventilación natural: se hacen huecos en la parte inferior del centro de transformación cercanos a donde se ubican los transformadores, para la entrada de aire del exterior. En nuestro caso no va a ser posible utilizar este tipo de ventilación, porque el hospital se ubica en Palma De Mallorca, donde la humedad a lo largo del año es muy alta, aproximadamente uno 80%. La humedad es enemigo de los transformadores, ya que produce descargas parciales y acorta la vida del mismo. Por las características del CT no es posible el uso de la ventilación natural.
- Ventilación forzada: mediante un sistema de conductos independientes del resto de conductos de la ventilación del edificio, se ventilara el CT.

## 2.7 SUMINISTRO DE EMERGENCIA

### 2.7.1 GRUPO ELECTRÓGENO

Es una maquina que produce energía eléctrica gracias a una fuerza mecánica. La fuerza es producida a su vez por un motor de combustión interna, el cual es alimentado por energías primarias que pueden ser de origen térmico, químico o nuclear, las cuales se clasifican en diferentes tipos de combustibles.

El grupo electrógeno es muy utilizado en situaciones en las que se sufre un déficit de generación de energía eléctrica, o cuando hay frecuentes cortes de suministro.

En algunos países la legislación obliga a instalar grupos electrógenos en instituciones públicas o lugares donde suele haber grandes masas de personas. Donde más se utiliza es en lugares apartados y poco habitados: hospitales, centros comerciales, etc.

El grupo electrógeno asociado a la CT-2, está constituido por dos maquinas iguales conectadas en paralelo.



Figura 23: Grupo Electrónico.

#### 2.7.1.1 COMPOSICIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO

El grupo electrógeno está formado por los siguientes componentes:

1. **Motor diesel:** es la fuente de energía mecánica, que hace girar el alternador y genere electricidad. Se trata de un motor térmico de combustión interna, en el cual el encendido se logra por la elevada temperatura de la compresión en el interior del cilindro. El encendido se realiza mediante la ignición de la mezcla de aire y gas sin chispa. La eficiencia de los motores diesel es mayor que lo de gasolina, llegando a superar el 40%.

En nuestro caso el motor diesel tendrá las siguientes características:

- Potencia neta en régimen continuo es 1110 kW y en régimen de emergencia es 121° kW.
- Velocidad de giro es 1500 rpm, y dispone de un regulador de velocidad.
- El sistema de refrigeración es por agua enfriada en el radiador a través del ventilador accionado por el propio motor.
- El sistema de arranque se realiza mediante un motor eléctrico de corriente continua de 24 V y baterías de acumuladores cargados por alternador.
- Sensores de temperatura de líquido refrigerante.
- Medidor de presión de aceite.
- Parada por electroimán
- 16 cilindros en V con una capacidad de 65,37 litros de cilindrada.

2. **Alternador.** Su objetivo es convertir energía mecánica en energía eléctrica, está construido en base al principio de un conductor sometido a un campo magnético variable que genera tensión eléctrica inducida. Las partes básicas son el rotor, estator, escobillas y el puente rectificador.

El rotor gira y genera un campo magnético según la tensión que se le brinda por las escobillas. Las escobillas hacen posible la inducción de la tensión a pesar de su movimiento giratorio. En el estator se dispone de tres bobinados conectados en estrella-triángulo y tres salidas que generan corriente trifásica, siendo de esta forma el encargado de generar la tensión de salida.

Para potencias elevadas se utilizan alternadores autoexcitados sin escobillas, de esta forma se elimina mantenimiento de las mismas, ya que estas sufren continuos desgastes.

El sistema de control se constituye básicamente de un regulador automático del voltaje, circuitos de protección y los instrumentos necesarios para controlar la salida del grupo electrógeno.

En nuestro caso el alternador tendrá las siguientes características: es trifásico con cuatro polos síncrono, autorregulado y autoexcitado sin anillos ni escobillas. Conexión estrella triángulo con neutro accesible y tensión constante  $\pm 0,5 \%$  regulada mediante la electrónica. La potencia nominal en régimen continuo es de 1325 kVA y en régimen de emergencia 1460 kVA. Aislamiento de tipo H y su índice de protecciones es IP 21.

3. **Regulación del motor.** Se trata de un dispositivo mecánico cuya función es la de mantener una velocidad constante del motor con relación a la carga. La velocidad del motor está relacionada directamente con la frecuencia del alternador, por lo tanto cualquier variación de la misma afectará a la frecuencia de la potencia de salida.
4. **Sistema eléctrico del motor.** El sistema eléctrico del motor es de 24 VC. incluye un motor de arranque eléctrico, unas baterías libres de mantenimiento, sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. La mayoría de los motores disponen de un manocontacto de presión de aceite, un termocontacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.
5. **Sistema de refrigeración.** El motor se puede refrigerar mediante agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por agua o aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes; el sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. En este caso, el sistema de refrigeración del grupo electrógeno se mueve por bomba centrífuga y caja de termostatos, y incluye radiador con ventilador, separada de la bancada del propio grupo.
6. **Depósito de combustible y bancada.** El alternador y el motor están acoplados sobre una bancada de acero muy resistente. La función de la.....(de la que?) es soportar el peso del grupo y sus componentes. El depósito de combustible es de doble pared con una autonomía de 8 horas a plena carga y se ubica en el

costado del grupo, que mediante conexiones flexibles se unirá al mismo, para la alimentación y el retorno de los inyectores.

- 7. Aislamiento de la vibración.** El Grupo Electrónico incorpora un sistema antivibratorio, diseñado para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador y está colocado en la parte inferior de la bancada, apoyado sobre el suelo.
- 8. Sistema de control.** El grupo electrónico incorpora un sistema de control, para poder controlar el funcionamiento y salida del grupo, y para protegerlo de los posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control da información detallada de cómo hay que instalarlo y ponerlo en funcionamiento.
- 9. Silenciador y sistema de escape.** El sistema de escape está compuesto por un colector, silenciador con atenuador de 30 dBA, tuberías, y bridas de adaptación al motor y chimeneas caloríficas y forradas con aluminio. El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión del ruido producido por el motor. En este caso se han considerado como niveles sonoros aceptables máximos de 30 dBA durante el período nocturno y de 55 dBA durante el periodo diurno.
- 10. Interruptor automático de salida.** Para una adecuada protección del alternando, se hace uso de un interruptor automático de salida para el modelo y régimen de salida del grupo electrónico con control manual. En caso de que sea un grupo electrónico con control automático, el alternador se protege con contactores.
- 11. Otros accesorios del Grupo Electrónico.** También se dispone de otros accesorios que ayudan a controlar y mantener el funcionamiento correcto del grupo electrónico, de una forma automatiza. Se destacan los siguientes:
  - Filtros de aire secos.
  - Baterías de plomo ácido que entregan la energía necesaria para producir maniobras de arranque sucesivas.
  - Filtro de combustible.
  - Bomba de baja presión de alimentación de combustible.
  - Regulador de velocidad del motor.
  - Control de parada manual.
  - Filtro de aceite.
  - Sistema de seguridad que avisa en caso de baja presión de aceite o elevada temperatura del líquido de refrigeración.

- Calderin con resistencia de calefacción del líquido refrigerante, con termostato para los ajustes o periodos de paro del motor.

### **2.7.1.2 ARRANQUE DE UN GRUPO ELECTRÓGENO**

Un grupo electrógeno se puede arrancar de forma manual o mediante un accionamiento de arranque. El accionamiento de arranque se suele accionar con una llave o pulsador de arranque desde una centralita, cuando se produzca cualquier anomalía en el grupo electrógeno, la centralita lo detectara y actuará parando el motor de forma automática.

También se pueden encontrar centrales automáticas que pueden funcionar en modo manual o automático. En caso de que se produzca un fallo en el sistema eléctrico, estas centrales accionan inmediatamente el grupo electrógeno de forma automática. En los grupos automáticos se incorporan cajas que contienen un relé de arranque y otro de paro. Desde la central podemos ajustar el grupo a nuestro gusto, como por ejemplo programarlo para que arranque y pare a una determinada hora. Cuando se produce un fallo el grupo electrógeno entra en acción, que consiste en acoplarse a la red de forma automática, esto produce un cuadro automático que se ubica en el centro de transformación.

### **2.7.1.3 EL MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO.**

El mantenimiento de un grupo electrógeno se basa básicamente en el mantenimiento de sus tres elementos principales: el motor, el alternador y las baterías.

- Mantenimiento del motor consiste en:
  - Controlar el nivel del aceite: se debe asegurar el nivel del aceite mirando que esté entre el mínimo y el máximo de la varilla, siempre en frio y que el motor este situado horizontalmente nivelado, en caso de que el motor este caliente, entonces se deja un tiempo hasta que se enfrié.
  - Cambiar el aceite y los filtros del aceite: el aceite debe ser sustituido cuando según los periodos establecidos por fabricante y al mismo tiempo hay que sustituir los filtros del aceite.



- El filtro del aceite debe ser sustituido cuando el indicador del mismo lo indique.
- Las correas de los elementos auxiliares deben ser comprobadas y ajustadas, el sistema de refrigeración se debe llenar con el líquido refrigerante para la protección del motor contra cualquier corrosión, y por último se debe limpiar el filtro de combustible y cambiarlo en caso de deterioro.

#### ➤ **Mantenimiento del alternador**

Hay que presentar atención periódica al estado de los bobinados y de los cojinetes, revisar el desgaste de las escobillas, en caso de que el generador las lleve, y cuando lleva filtro de aire, requiere revisión periódica de los mismos. El estado de los bobinados se determina mediando la resistencia de aislamiento a tierra, que es la resistencia óhmica que ofrece la carcasa de la maquina respecto a tierra, y es alterada cuando los devanados están sucios o húmedos, por lo tanto la medición se altera. Para medir dicha resistencia de aislamiento se conecta el polo positivo del aparato de medida a uno de los bornes del motor y el negativo a la carcasa metálica. Durante la medida el alternador debe se desconectando y separado totalmente de la instalación. Si la resistencia de aislamiento resulta menor que la propia resistencia del bobinado, seria imprescindible secarlos. El secado se realiza dirigiendo aire caliente procedente de un ventilador a los bobinados o aplicando otro método más eficaz, que consiste en secarlo mediante un horno por calentamiento de resistencias.

#### ➤ **Mantenimiento de baterías.**

El primer mantenimiento que se le aplica a las baterías es el llenado, que consiste en añadir el electrolito previamente mezclado, se llena cada celda hasta el nivel marcado por el fabricante, después se deja la batería en reposo durante 15-20 minutos y pasado media hora ya se puede poner en funcionamiento.

El segundo mantenimiento es el rellenado, la batería sufrirá evaporación del agua, por lo tanto, hay que añadir agua hasta los niveles permitidos.

Por último hay que comprobar la carga, para ello se emplea un densímetro para comprobar la densidad del electrolito y deberá medir de 1,24 a 1,28 cuando está totalmente cargada; de 1,17 a 1,22 cuando está medianamente cargada, y de 1,12 a 1,14 cuando está descargada.

## 2.7.2 SAIs

SAI son las siglas en español del Sistema de Alimentación Ininterrumpida, aunque a menudo lo vemos abreviado también como UPS, del inglés Uninterruptible power supply.

Básicamente, el SAI es un aparato, que gracias a sus baterías, es capaz de proporcionar energía eléctrica necesaria para alimentar los aparatos conectados a él. Otra de las funciones que realiza un SAI es la de mejorar la calidad de suministro de la energía eléctrica, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en caso de que se tratase de corriente alterna.

Los SAIs suministran energía eléctrica a equipos llamados cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos, que necesitan tener siempre alimentación y de gran calidad, porque son equipos de gran importancia y tienen que estar todo el momento operando y sin anomalías.



Figura 24: SAIs.

### 2.7.2.1 LOS MOTIVOS POR CUAL SE USAN.

La función fundamental de un SAI es proporcionar potencia eléctrica en situación de fallo de suministro, en un tiempo corto, hasta que entre en acción otro suministrador de energía como por ejemplo un grupo electrógeno. Sin embargo, algunos sistemas de alimentación ininterrumpida están diseñados para corregir otros fallos que puedan producirse en el suministro:

- **Sobretensión:** son producidas cuando se cambian cargas eléctricas y también por interruptores de enganche de la compañía suministradora. Esto provoca daños de gran magnitud en los circuitos electrónicos y en la informática. Se considera sobretensión cuando la tensión supera el 110% del valor nominal.
- **Picos de tensión:** se produce por fenómenos tales como la caída de rayos o cuando hay un encendido o apagado de equipos de gran potencia. Estos fenómenos causan destrozos en los circuitos electrónicos y corrupción de datos informáticos.
- **Corte de energía:** puede ser causado por fenómenos ambientales, por la compañía suministradora, por la caída de rayos o sobrecargas en la red y también por el ser humano. Esto causa daños en todo tipo de circuitos.
- **Caída de Tensión:** se produce cuando la tensión de operación es inferior al 85-80% de la nominal.
- **Distorsión armónica:** se produce cuando la onda de tensión suministrada no tiene esa forma sinusoidal que debía tener.

#### 2.7.2.2 TIPOS:

- ❖ **SAI Standby:** quiere decir de reserva, este tipo de sistema, se utiliza para ordenadores personales. Su funcionamiento consiste en que un interruptor de transferencia, diseñado para usar la entrada de corriente alterna filtrada como principal fuente de alimentación y cambiar a la batería y al inversor cuando falla la alimentación principal, pasa a alimentarse del suministro de reserva. Cuando esto ocurre, el interruptor de transferencia tiene que activarse para que se pueda realizar el suministro de reserva. El inversor sólo se activa cuando se interrumpe el suministro.

Standby es un sistema muy económico, de tamaño reducido y de gran eficacia. Estos sistemas también filtran el ruido y eliminan sobretensiones, para ello incorporan un filtro y un circuito de sobretensiones. La desventaja que tienen estos sistemas es que durante el cambio, se pueden producir arcos eléctricos mientras el interruptor se encuentra aun en movimiento, esto causa picos de corriente originados por la carga sobre la fuente de alimentación.

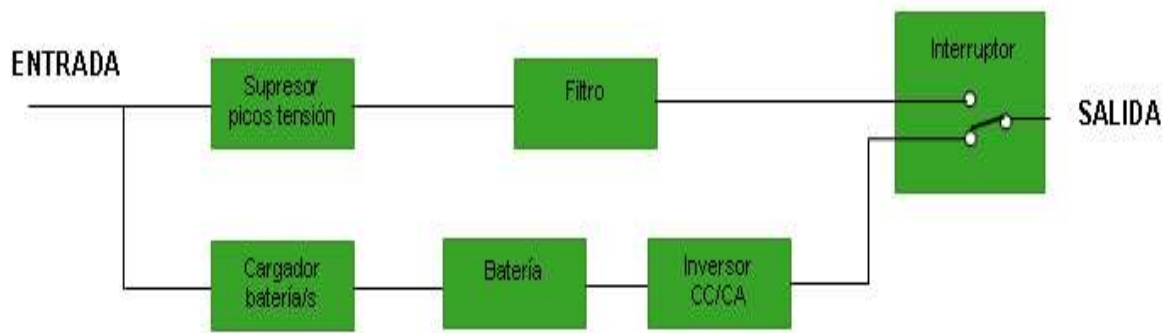


Figura 25: esquema de bloques de un SAI de tipo Standby.

- ❖ **SAI Interactivo:** En este caso se elimina el interruptor, de esta forma el inversor siempre está conectado a la salida del SAI, lo que hace que ante un corte de suministro, los elementos conectados al SAI, no aprecien picos derivados del propio funcionamiento del mismo.

Cuando la alimentación principal falla, se abre el interruptor de transferencia y la corriente circula de la batería hacia la salida del SAI. Como he dicho antes, el inversor está encendido y conectado a la salida del SAI, por lo que ofrece filtrado adicional y hace que haya menos transitorios de tensión comparado con la tipología anterior.

Este sistema lleva un transformador regulable, a medida que la tensión de entrada varíe, la tensión del transformador se regula ajustando tomas. La regulación de tensión tiene una gran importancia cuando se producen caídas de tensión.

El SAI Interactivo tiene bajo coste, su tamaño es reducido, es muy eficiente y fiable, esto hace que sea el sistema SAI dominante de su gama de potencias. Es el más utilizado en pequeñas empresas para proteger servidores departamentales.

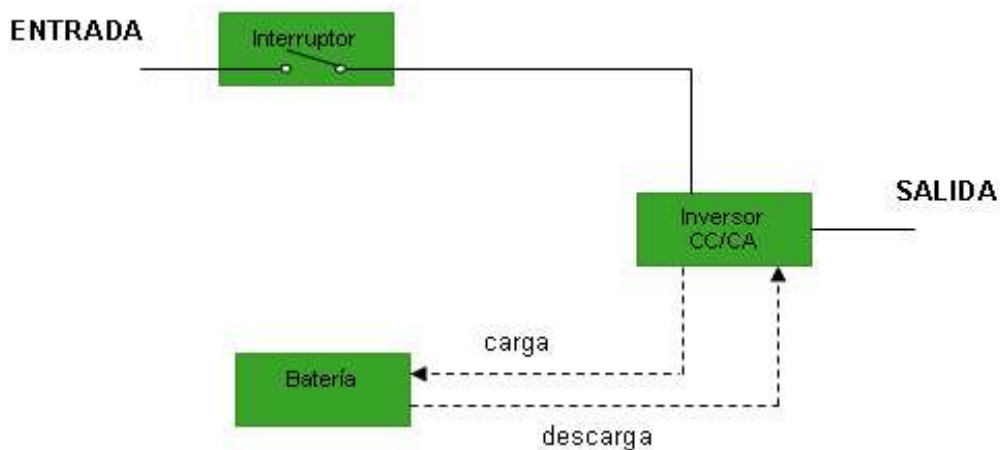


Figura 26: Esquema de bloques de un SAI tipo Interactivo.

- **Online de doble conversión:** es el más empleado en gamas de potencias superiores a 10 kV. La gran ventaja que tienen estos sistemas, es que la alimentación de cargas se produce siempre desde un convertidor / inversor, que por diseño no depende de la entrada. Cuando se produce una anomalía en el suministro principal, el interruptor de transferencia no se activa, ya que la corriente alterna de entrada carga las baterías de reserva, que suministra alimentación al inversor de salida y por eso en el sistema online no hay tiempos de transferencia.

Esta clase de SAI ofrece un rendimiento de salida casi perfecto. Hay que destacar la calidad del filtrado de la corriente, que es muy superior comparada con otros sistemas de la misma gama, ya que se produce por duplicado, pero reduce la eficacia y aumenta de calor generado, porque tanto el cargador de las baterías como el inversor concierten el flujo de alimentación de toda la carga suministrada, por lo que estos elementos sufren continuos desgastes que reducen su vida útil.

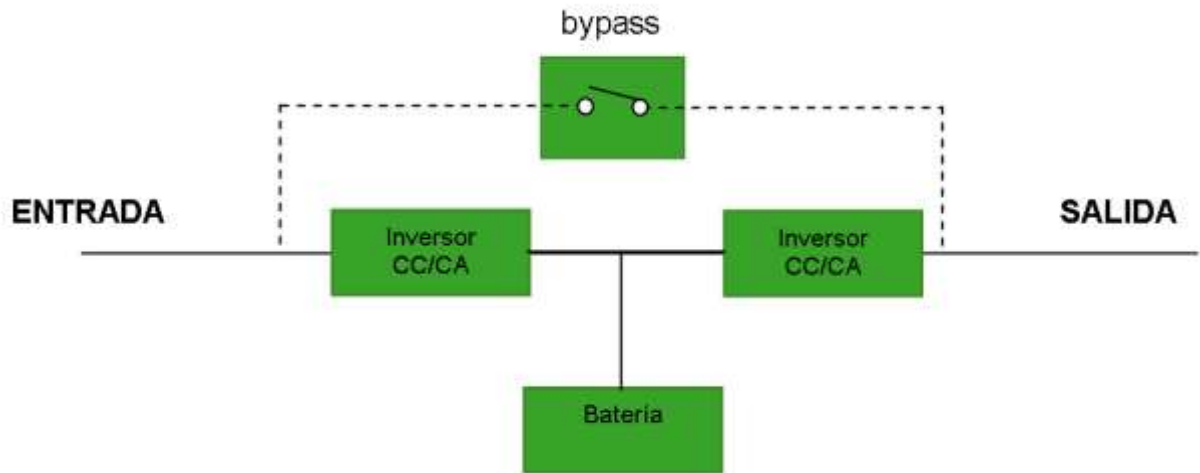


Figura 27: Esquema de bloques de un SAI tipo On-line.

- **On-line de doble conversión mejorados:** Para reducir los problemas producidos por el sistema de doble conversión online, los diferentes fabricantes han introducido mejoras, desde un transformador más un regulador de corriente hasta un circuito de retroalimentación.

El diseño es muy similar al on-line de doble conversión, en este caso el inversor siempre suministra la tensión de carga, y el convertidor delta adicional también suministra alimentación de la salida del inversor. Su compartimiento ante fallos y alteraciones en la corriente es idéntico al mostrado por el sistema de doble conversión.

El convertidor delta tiene doble función, la primera es controlar las características del suministro de entrada, es decir, que sólo consume alimentación de modo sinusoidal y de esta forma minimiza los armónicos existentes en la red de suministro principal, el cual reduce el desgaste de los elementos eléctricos y el calor generado en el sistema; y la segunda función consiste en controlar la entrada para regular la carga de las baterías de reserva. En situaciones normales, este sistema proporciona alimentación a la carga con mucha eficacia comparado con la doble conversión.

En todo caso, el SAI debería de ser una pieza imprescindible y hay que tener cuidado a la hora de elegirlo, ya que de ello dependerá nuestra infraestructura.

En este proyecto los SAIs están previstos para quirófanos, paritorios, camas de la Unidad de Cuidados intensivos y REAS, salas de Asistencia Vital, salas de explotaciones especiales y de intervención, y alumbrado de Urgencias.

Se instalarán por delante de los Paneles de Aislamiento y proporcionarán cobertura en su suministro al alumbrado de reemplazamiento así como a la fuerza de asistencia vital exigidos por la REBT. La batería de acumuladores tiene una autonomía de dos horas.

Todos los SAIs estarán situados en el local que protegen o dan suministro, o a otro local situado cerca, pero siempre en la zona a la que se quiere prestar dicho servicio.

Los equipos y baterías de acumuladores que componen los SAIs provistos para este proyecto, deben cumplir lo que viene recogido en el pliego de condiciones y serán del tipo On-line doble conversión acoplado en paralelo. Dentro de su propia estructura de fabricación incluirán By-pass Automático por averías interna repentina del SAI, y By-pass para mantenimiento o extrema emergencia.

La distorsión armónica (THD) no debe ser superior al 8% en corriente ni el 5% en tensión en la explotación de red de alimentación y 5% tanto para corriente como tensión en la red suministrada.

El alojamiento de estos equipos deben ser locales ventilados, se tiene que cumplir las condiciones de temperatura que no tiene que ser superior a 30°C de temperatura ni el 90% en la humedad relativa.



## 2.8 PUESTA A TIERRA.

La Puesta a Tierra tiene como funciones limitar la tensión, que con respecto a tierra, pueden llegar a provocar masas metálicas, ante anomalías garantiza la actuación de las protecciones para la seguridad de las personas y también minimiza o anula el riesgo que pueden provocar las posibles averías en el material empleado.

La puesta a tierra consta de ligazón metálica sin ningún tipo de protección, de sección considerable, que conecta elementos determinados de una instalación y un electrodo o varios electrodos enterrados, con el objetivo de lograr que las instalaciones de un determinado edificio no existan variaciones de potencial peligrosas, y además antes descargas o faltas tiene que permitir el paso de corriente a tierra.

Básicamente un sistema de puesta a tierra se compone de los siguientes elementos:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales.
- Conducciones de protección.

Normalmente en los edificios se conectan a tierra las siguientes instalaciones y componentes:

- Enchufes eléctricos y masas metálicas situadas en aseos y baños, según REBT.
- Instalaciones de fontanería, calefacción y gas, calderas, depósitos, guías de elevadores y en general, todo elemento metálico importante; según REBT.
- Instalación de pararrayos; según DB SU8 del CTE: Pararrayos.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.

La norma que regula los esquemas de conexión a tierra es la norma CEI 60364, y en España viene recogido en REBT (I Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) , en su ITC-BT-08, "Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica."

Para el nombramiento de los esquemas de conexión a tierra emplea un código de letras con el significado siguiente:

- Primera letra. Se refiere a la situación de la alimentación respecto de tierra:
  - T = conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
  - I = aislamiento de todas la partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto de tierra a través de una impedancia.
- Segunda letra. Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto de tierra:
  - T = masas conectadas directamente a tierra independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
  - N = masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra. En corriente alterna ese punto es normalmente el punto neutro.
- Otras letras. Se refiere a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.
  - S = Las funciones de neutro y de protección aseguradas por conductores separados.
  - C = Las funciones de neutro y de protección combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

### 2.8.1 TIPOS DE LOS ESQUEMAS DE PUESTA A TIERRA.

Según el significado dado por la clasificación anterior, se puede encontrar los siguientes tipos de esquemas:

- **Esquema TT.** Posee unas características excelentes de protección a las personas, eso hace que sea el más usado en la mayoría de instalaciones y también posee una gran economía de explotación.

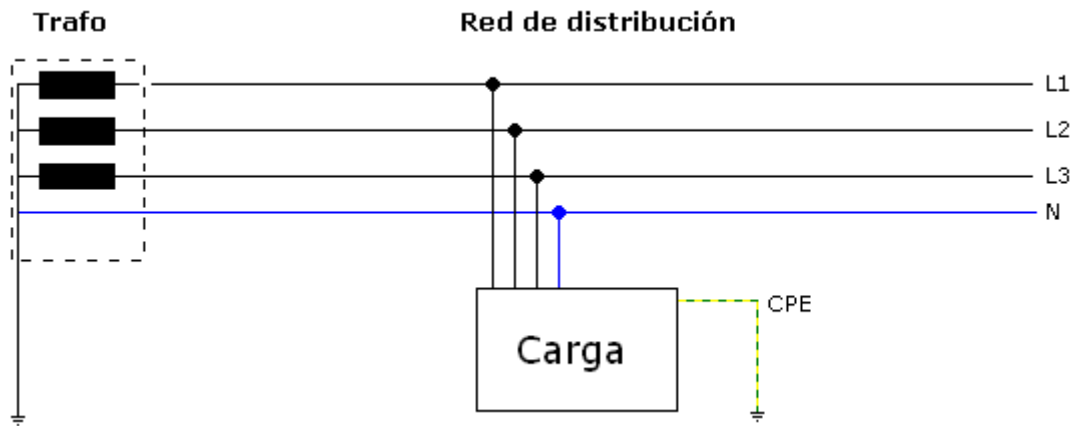


Figura 28: Esquema TT.

En este tipo de esquema tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro, por lo tanto, el neutro del transformador y las masas metálicas de los receptores se conectan directamente. Hay que destacar que las masas de las instalaciones receptoras están conectadas por separados a toma de tierra independiente de la toma de tierra de alimentación.

Cuando se produce un defecto a masa, la corriente circula una corriente a través del terreno hasta el punto del transformador, causando una diferencia entre conductores de fase y neutro, que el interruptor diferencial lo detecta y provoca la interrupción automática de la alimentación. Durante el fallo la toma de tierra del receptor limita la tensión de defecto, a un valor igual a la resistencia de la puesta a tierra por la intensidad de defecto.

- **Esquema TN.** Dispone de un punto de alimentación, el neutro, que se conecta directamente a tierra y las masas de las instalaciones receptoras también se conectan al mismo punto a través de un conductor de protecciones. Es el menos utilizado, aunque es el más empleado para grupos electrógenos. Su economía de explotación es superior a la del TT, ya que es necesario someterlo a revisiones periódicas.

Su mayor desventaja sin duda, el cálculo necesario de impedancias y el diseño de protecciones para cada conductor por separado. En líneas de grandes longitudes y de secciones reducidas puede ocurrir que las protecciones no actúen, porque las corrientes de fallo son insuficientes.

Se distinguen tres tipos y se clasifican según la disposición del conductor del neutro y el de protecciones:

- Esquema TN-C. En esta disposición, los conductores de protecciones se conectan directamente al neutro. En España el REBT prohíbe el uso de este tipo de esquema para conductores de neutro con secciones inferiores a 16 mm<sup>2</sup>.

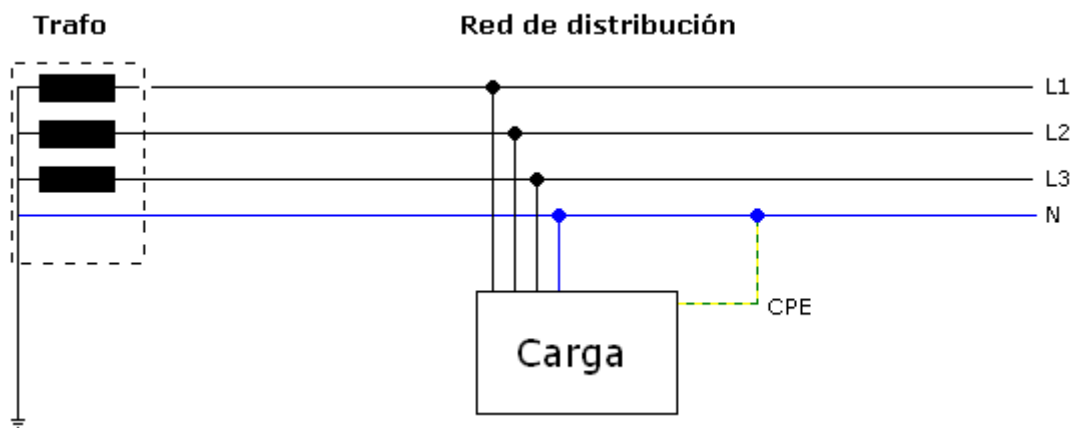


Figura 29: Esquema TN-C.

- **Esquema TN-S.** Como podemos observar en el esquema de la figura 3, se dispone de un conductor de protección distribuido junto a línea, conectado al neutro del transformador y los conductores de protección y los conductores de protección se conectan al mismo.

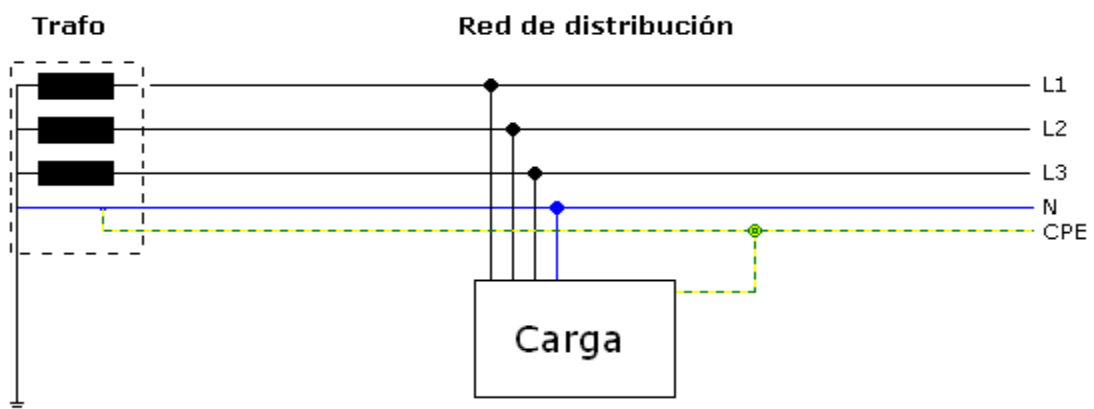


Figura 30: Esquema TN-S.

- **Esquema TN-C-S.** Se trata de una combinación de los dos esquemas anteriores, se usa cuando el conductor del neutro posee una sección insuficiente para que actúe como conductor de protección.
- **Esquema IT.** Este esquema se diferencia de los anteriores porque el neutro está aislado a tierra y no tiene ninguna alimentación conectando directamente a tierra. Las masas de las instalaciones receptoras se conectan directamente a tierra.

Se aplican en situaciones en las que la continuidad del servicio es crítica, como zonas con procesos sensibles a la interrupción (quirófanos, industrias, etc.).

La ventaja que tiene, es que este esquema corta el suministro al segundo defecto. Esto se debe a que la corriente del primer defecto se encuentra una resistencia de valor elevado, y por lo tanto, retorna al transformador, comportándose como un circuito abierto. Mientras que el segundo defecto la corriente provoca que las protecciones disparen. Las instalaciones basadas en este tipo de esquema se denominan instalaciones flotantes o en isla.

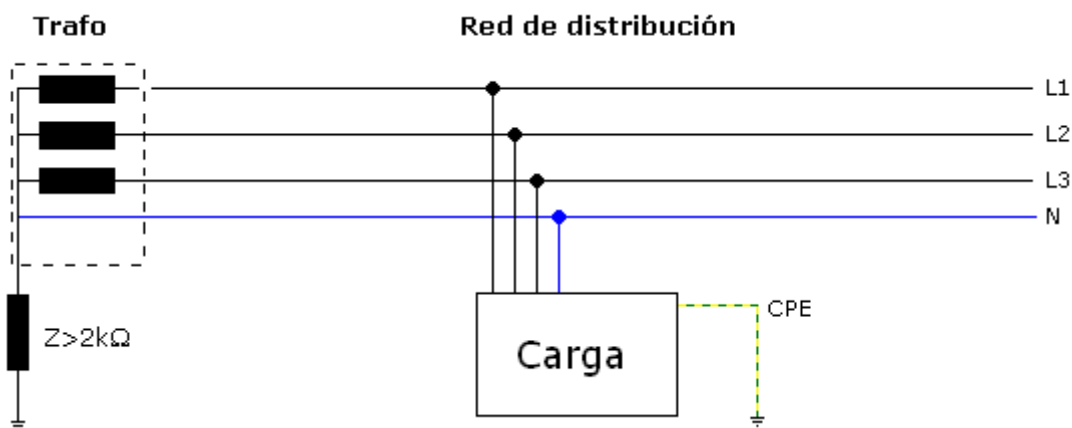


Figura 31: Esquema TI.

## 2.8.2 APLICACIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ESQUEMAS.

Para elegir un sistema u otro se basa en las características técnicas y la economía de la instalación. Además de esto, hay que tener en consideración los siguientes criterios:

- Por prescripción reglamentaria, las redes de distribución pública de baja tensión disponen de un punto puesta directamente a tierra. Este punto es el denominado neutro de la red. . El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión, es el esquema TT.

- Cuando se dispone de una centro de transformación de abonado, para la instalaciones que de alimenta de él, se puede elegir cualquiera de los tres esquemas.

- No obstante en el criterio establecido en el primer caso, se puede emplear el TI en partes de una instalación que se alimenta directamente de una red de distribución pública a través de transformadores, cuyo secundario se establezca la disposición del esquemas citado.

- En el ITC-BT-18 en el apartado 11, cuando un edificio dispone de un centro de transformación propio, se exige que la tierra de las masas de la instalación en baja tensión y la tierra de las masas del centro de transformación sean independientes. En este proyecto las redes de puesta a tierra independientes proyectadas han sido las siguientes:

- Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión.
  - Redes de puesta a tierra de neutros de Transformadores.
  - Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión.
  - Red de puesta a tierra de la Estructura.
- Los dos primeros puntos han sido tratados en el apartado del CT.
- La red de puesta a tierra de protección de baja tensión: se pondrán a tierra todos los elementos metálicos que forma parte de una instalación, pero que no están normalmente sometidos a tensión. Para ello se ha previsto una de red de conductores de color amarillo-verde, y se pone a tierra mediante un electrodo formado por picas de acero cobrizado. La red de puesta a tierra se lleva a cabo mediante conductores de cobre desnudos de 50 mm<sup>2</sup>, y consta de 8 electrodos de acero/ cobre. La configuración se hace según los métodos establecidos por UNESA.
- La red de puesta a tierra de la Estructura: su objetivo principal es disponer de una red equipotencial que une todas las partes metálicas del edificio, para ello

se ha previsto de cable de cobre desnudo enterrado y al que se conectarán todas las estructuras metálicas de pilares y muros. Esta red quedará unida a la Red de puesta a tierra de Protección de Baja Tensión mediante un puente de comprobación independiente, que irán alojados en cajas aisladas individuales con tensión de aislamiento igual o superior a 5 kV.

### 3. Anexos

#### 3.1. Anexo de pararrayos

Las condiciones y características que deben cumplir los pararrayos vienen recogidas en Documento Básico SU Seguridad de Utilización, exactamente CTE DB SU8 “Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo” y dice lo siguiente:

##### 1. Procedimiento de verificación

Se instalara un sistema de protección contra el rayo cuando será necesario, dependerá si la frecuencia de esperada de impacto  $N_e$  es mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .

Será obligatorio instalar sistemas de protección contra el rayo de eficiencia  $E$  superior o igual a 0,8 según el apartado 2, en edificios con una altura mayor de 43 m y edificios donde se manipulas sustancias toxicas, radioactivas altamente inflamables o explosivas.

La frecuencia de impacto esperada ( $N_e$ ):

$$N_e = N_g * A_c * C_1 * 10^{-6} \quad [\text{n}^\circ \text{ Impactos/ año}]$$

Donde:

- $N_g$ : densidad de impactos sobre el terreno ( $\text{n}^\circ$  impactos/año,  $\text{km}^2$ ).
- $A_e$ : superficie de captura equivalente del edificio aislado en  $\text{m}^2$ .
- $C_1$ : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 9.

Situación del edificio	C1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 9 Coeficiente C1.

El riesgo admisible ( $N_a$ ):

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 * C_3 * C_4 * C_5} * 10^3$$

Donde:



- C2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 10.

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 10 Coeficiente C2.

- C3 coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 11.

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 11 Coeficiente C3.

- C4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 12.

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 12 Coeficiente C4.

- C5 coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 13.

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 13 Coeficiente C5.

## 2. Tipo de instalación exigido

Cada instalación tendrá una eficiencia E, que podemos terminar con la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

La tabla 14 muestra el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida.

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$	4

Tabla 14 Componentes de la instalación.

## OBJETIVO

Nuestro objetivo es proteger el edificio contra posibles descargas atmosféricas, que ocasionan diferencia de potencial entre las partes metálicas del mismo, ya que son peligrosas para las personas y los equipos.

## ELECCIÓN DE LOS PARARRAYOS

El sistema de protección contra rayos que utilizaremos ser de puntas, tipo franklin, que incorpora un depositico de cebado anticipado.

La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- *R.E.B.T.*
- *Norma: NTE - IPP (pararrayos).*
- *Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección den estructuras contra el rayo.*
- *Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185.*

Los elementos que componen este tipo de sistema:

- **Cabeza Captadora**

Se fabrica con material anticorrosivo, es de única punta y incorpora doble sistema de cebado sin fuentes radioactivas. La unión con el mástil se realiza mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 0,5 segundos, ese tiempo servirá para conectar el cable de puesta a tierra. Para determinar la superficie a proteger, hay que tener en cuenta las características de fabricante para calcular tipo de cabeza y la altura necesaria del mástil.

- **Mástil**

Es un tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m. Se ancla mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Cuando se instala usando soportes tipo U, será necesario utilizar dos como mínimo con una distancia vertical igual o superior a 70 cm. Se sitúa en el centro de la cubierta del edificio y tiene que sobre salir como mínimo 3 m de cualquier elemento situado al mismo nivel incluyendo las antenas.

- **Elementos de puesta a tierra**

Son los cables que conectan el pararrayo con los electrodos de puesta a tierra, será necesario mínimo dos por cabeza captadora. Se emplea cable de cobre desnudo de sección 70 mm<sup>2</sup>. Se usa el mástil para canalizar el cable hasta la parte inferior y desde ahí se lleva a tierra.



Figura 23: Pararrayos.

### 3.2. ANEXO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las características y las condiciones vienen recogido en el documento básico SU seguridad de Utilización, en el SU 4 “*Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada*”.

- **Dotación**

El alumbrado de emergencia se instala en los edificios, ya que en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación para facilitar la visibilidad a los usuarios para que puedan abandonar el edificio, de esta forma se evita pánico y se visualiza las señales orientativas para dicho abandono.

Las zonas y los elementos que dispondrán de alumbrado de emergencia:

- Recintos que albergan a más de 100 personas.
- Recorrido de evacuación.
- Aparcamientos cubiertos con superficie con más 100 m<sup>2</sup>.
- Locales donde se instalan equipos generales de protección contra incendios.
- Aseos de uso público.
- Sitios donde se ubican cuadros de distribución.
- Las señales de seguridad.

- **Posición y características de las luminarias**

Las luminarias deben cumplir unas condiciones para proporcionar una adecuada iluminación.

- se colocan a unos 2 m sobre el nivel del suelo.
- Encima de cada puerta y en posiciones donde es necesario destacar el peligro, se dispondrá de iluminarias de emergencia. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - en las puertas de los recorridos de evacuación.

- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
- en cualquier otro cambio de nivel.
- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

- **Características**

- Son instalaciones fijas, que se alimentan de una fuente de alimentación propia y en caso de fallo debe entrar de forma automática en funcionamiento. El descenso por debajo 70 % de la tensión nominal se considera fallo.
- En las vías de evacuación el alumbrado de emergencia debe alcanzar el 50 % de la iluminación normal.
- En caso de fallo las instalaciones deben cumplir las siguientes condiciones:
  - cuando la anchura de las vías de evacuación no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal mínima debe ser de 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que abarca al menos la mitad de la anchura. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
  - La iluminancia será de 5 lux como mínimo en puntos donde se tenga equipos de seguridad, instalaciones de protección y cuadros de distribución.
  - La relación entre la iluminancia máxima y mínima ser mayor a 40/1 en la línea central de la vía de evacuación.
  - Para obtener los niveles de iluminación establecidos se considera nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
  - Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

- **Iluminación de las señales de seguridad**

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes condiciones:

- la luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes;
- la relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;
- la relación entre la luminancia  $L_{\text{blanca}}$ , y la luminancia  $L_{\text{color}} > 10$ , no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

### **CLASIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS DE EMERGENCIA**

- **ALUMBRADO DE REEMPLAZO.** Su duración no está determinada y permite continuar las actividades normales.
- **DE EVACUACIÓN.** Permite reconocer y usar las rutas de evacuación, y identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución.
- **DE ZONAS DE ALTO RIESGO.** Duración mínima: la necesaria para interrumpir las actividades. Permite la interrupción de los trabajos peligrosos con seguridad.

#### **Algunos tipos de luminarias de emergencia.**

Equipo de iluminación de emergencia con fluorescente de alta luminosidad, difusor transparente y dos leds de señalización de carga.

Puede ser instalado en pared, cielo raso o falso techo con accesorio de empotrar.

Se puede adherir un sticker Legrand sobre el difusor de forma que su uso sea de señalización.

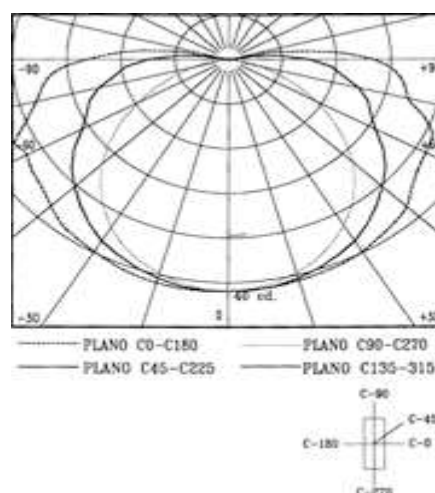


Figura 33: luminaria de emergencia 1 y su curva fotométrica.

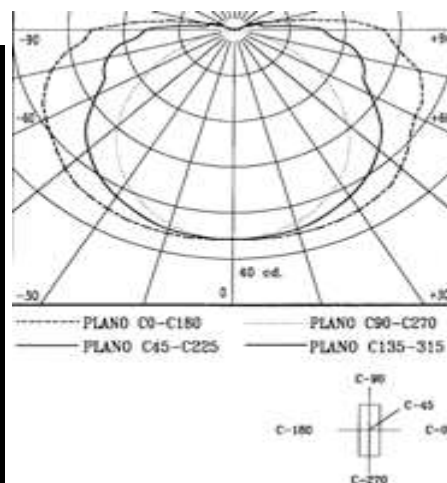


Figura 34: luminaria de emergencia 2 y su curva fotométrica.

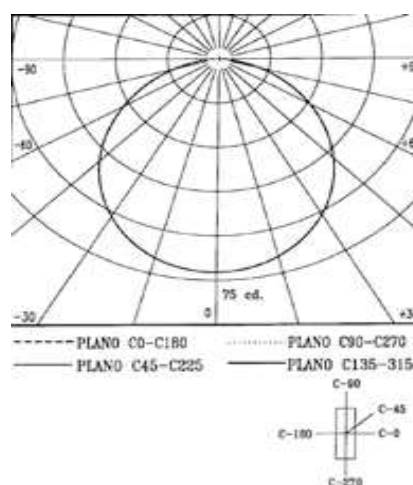


Figura 35: luminaria de emergencia 3 y su curva fotométrica.

- **Normas de fabricación**

- Fabricadas según normas Europeas de obligado cumplimiento: UNE-EN 6058.2.22, UNE 20 062-93 (Inc) y UNE 20392-93 (Fluo), NBE CPI 96.
- Producto cumple **NTP**-IEC 60598-2-22.

El uso de alumbrado de emergencia es carácter obligatorio en instituciones públicas, las luminarias empleadas será las indicas en los apartados anteriores, pero cumpliendo lo definido en el pliego de condiciones.



### 3.3. ANEXO ALUMBRADO.

Para diseñar el alumbrado tenemos que cumplir las especificaciones recogidos en el documento básicos HE Ahorro de energía, en concreto la sección HE 3” *Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación*”.

- **Ámbito de aplicación**

Se aplicara en la iluminación interior, como puede ser edificios de nueva construcción, reformas de locales y edificios administrativos, no se incluyen edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico, reconocido, instalación industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.

- **Procedimientos de verificación**

- Cálculo VEEI (Valor energético de la instalación) en cada zona, que no deben superar los valores límite, considerados en la tabla 2.1.
- Instalar sistemas de control y regulación, para aprovechar la luz natural.
- Se debe verificar que se haya elaborado un plan de mantenimiento.

- **Documentación justificativa**

- Para cada zona se debe realizar cálculos justificativos:
  - a) el índice del local (K) utilizado en el cálculo;
  - b) el número de puntos considerados en el proyecto;
  - c) el factor de mantenimiento (Fm) previsto;
  - d) la iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida;
  - e) el índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado;
  - f) los índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas seleccionadas;
  - g) el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo.

h) las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar

- También se debe justificar el sistema de regulación y de control utilizado.

## CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

### Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

Se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_m}$$

Donde:

- P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];
- S la superficie iluminada [m<sup>2</sup>];
- E<sub>m</sub> la iluminancia media mantenida [lux]

Se establecen dos grupos según la zona de uso:

- Grupo 1: Zonas de no representación, la imagen de iluminación que se quiere transmite al usuario no es importante, sino el confort visual, nivel de eliminación, la seguridad y la eficiencia energética
- Grupo 2: Zonas de representación, el aspecto bonito que da la iluminación es más dominante frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 1. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico (4)	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4,0
	habitaciones de hospital (3 )	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes (1)	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos (5)	5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte (6)	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	hostelería y restauración (8)	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes (1)	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

Tabla 15 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

## SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN

Las instalaciones de iluminación incorporaran un sistema de control y regulación por cada zona, que deben cumplir las siguientes condiciones:

1. Además de los sistemas de encendido y apagado de los cuadros eléctricos, cada zona se dispondrá de una sistema manual de encendido y apagado. Las zonas de uso

esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

2. Para aprovechar la luz natural se instalara sistemas para la regulación del nivel de iluminación según el aporte de la luz natural. Se instala en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los siguientes casos:

- i. En las zonas que cuentan con cerramiento acristalados al exterior, cuando estas cumplan simultáneamente los requisitos siguientes:
  - que el ángulo  $\theta$  sea superior a  $65^\circ$  ( $\theta > 65^\circ$ ), siendo  $\theta$  el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales;
  - que se cumpla la expresión:  $T(A_w/A) > 0,11$

Siendo:

- T coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno.
  - $A_w$  área de acristalamiento de la ventana de la zona [m<sup>2</sup>].
  - A área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m<sup>2</sup>].
- ii. Zonas que cuenten con cerramientos acristalados a patios o atrios, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:
    - En el caso de patios no cubiertos cuando éstos tengan una anchura ( $a_i$ ) superior a 2 veces la distancia ( $h_i$ ), siendo  $h_i$  la distancia entre el suelo de la planta donde se encuentre la zona en estudio, y la cubierta del edificio;
    - En el caso de patios cubiertos por acristalamientos cuando su anchura ( $a_i$ ) sea superior a  $2/T_c$  veces la distancia ( $h_i$ ), siendo  $h_i$  la distancia entre la planta donde se encuentre el local en estudio y la cubierta del edificio, y siendo  $T_c$  el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en %

Las zonas de la tabla 1 que quedan exentas de cumplir los puntos i e ii son:

- Zonas comunes en edificios residenciales.
- Habitaciones de hospital.
- Habitaciones de hoteles, hostales, etc.
- tiendas y pequeño comercio.

## CÁLCULO

- Para el cálculo luminotecnica se tendrá en cuentas los siguientes paramenteros:

- a) el uso de la zona a iluminar;
- b) el tipo de tarea visual a realizar;
- c) las necesidades de luz y del usuario del local;
- d) el índice K del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil);
- e) las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala;
- f) las características y tipo de techo;
- g) las condiciones de la luz natural;
- h) el tipo de acabado y decoración;
- i) el mobiliario previsto.

- Métodos de cálculo.

Se empleara el método cálculo definido en la memoria y que cumpla las exigencias citas en el apartado anterior.

Para cada zona se calculará por lo menos los siguientes parámetros:

- valor de eficiencia energética de la instalación VEEI;
- iluminancia media horizontal mantenida  $E_m$  en el plano de trabajo;
- índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.

También se incluirán los valores del índice de rendimiento de color ( $R_a$ ) y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

Antiguamente los cálculos se hacían manualmente, pero ahora se dispone de programas informáticos que nos permiten hacer muy buenos diseños de la iluminación y simulaciones.

## LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES

- **Equipos**

- Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.
- Salvo justificación, las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las tablas 16 y 17:

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)		
	Vapor mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor halogenuros metálicos
50	60	62	--
70	--	84	84
80	92	--	--
100	--	116	116
125	139	--	--
150	--	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277(3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

Tabla 16 Lámparas de descarga

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
<b>35</b>	43
<b>50</b>	60
<b>2x35</b>	85
<b>3x25</b>	125
<b>2x50</b>	120

Tabla 17 Lámparas halógenas de baja tensión

Se deberá comprobar que las lámparas y los equipos auxiliares disponen de un certificado de fabricante que muestre las características de los mismos.

- **Mantenimiento**

Para garantizar que las instalaciones que cumplen con su la exigencias, se debe elaborar un plan de mantenimiento. Que consistiera en la limpieza, la forma de cambiar las luminarias y la revisión de las mismas. También hay que incluir en el plan de mantenimiento los elementos de control y regulación.

- **Características de las luminarias:**

La iluminación se ha realizado básicamente de lámparas fluorescentes lineales de 36 W y compactas de 18, 26 y 16 W. Todas ellas llevaran portafusiles con fusibles de ampolla de cristal de 3 A cuando estén cableadas con conductores inferiores a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Es una lámpara de descarga en vapor de mercurio de baja presión, en la cual la luz se produce predominantemente mediante polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga.

Las partes principales de la lámpara fluorescente son:

- **Ampolla:** está hecha de vidrio cal-soda suavizado con óxido de hierro para controlar la transmisión ultravioleta de onda corta.
- **Revestimientos fluorescentes:** El factor más importante para determinar las características de la luz de una lámpara fluorescente es el tipo y composición del polvo fluorescente empleado. Éste fija la temperatura de color, el índice de reproducción del color (IRC) y, en gran parte, la eficiencia lumínica de la lámpara.
- **Electrodos:** poseen una capa de material emisor adecuado, sirven para conducir la energía eléctrica a la lámpara y proporciona los electrones necesarios para mantener la descarga. La mayoría de los tubos fluorescentes poseen electrodos que se precalientan mediante una corriente eléctrica justo antes del encendido.
- **Gas de relleno:** El gas de relleno de una lámpara fluorescente consiste en una mezcla de vapor de mercurio saturado y un gas inerte amortiguador (argón y kriptón).

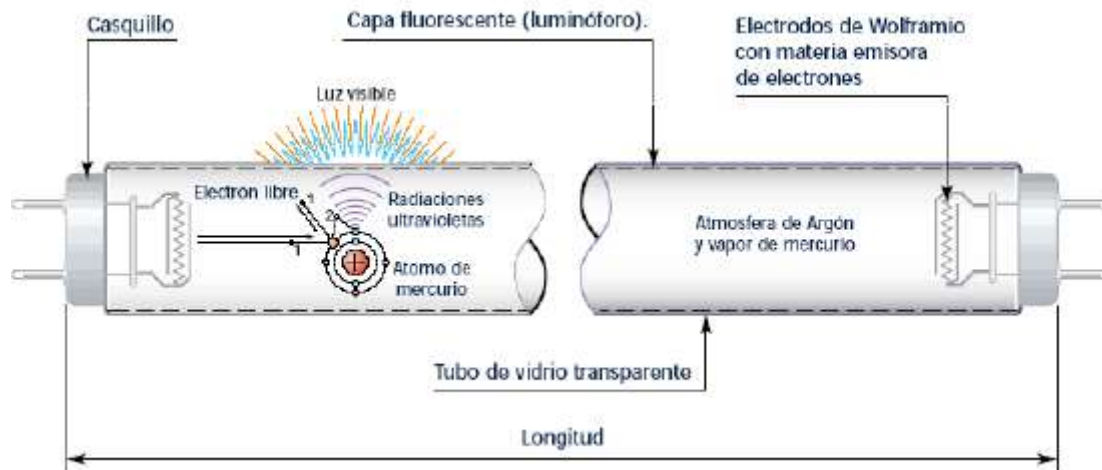


Figura 36: Estructura de un tubo fluorescente.

Tipos de lámparas fluorescentes:

- Lineales



Figura 36: lámpara fluorescente Lineales.

- Compactas



Figura 37: lámparas fluorescentes Compactas.



## Tipos de luminarias:

- Luminaria polivalente de empotrar (SPV)

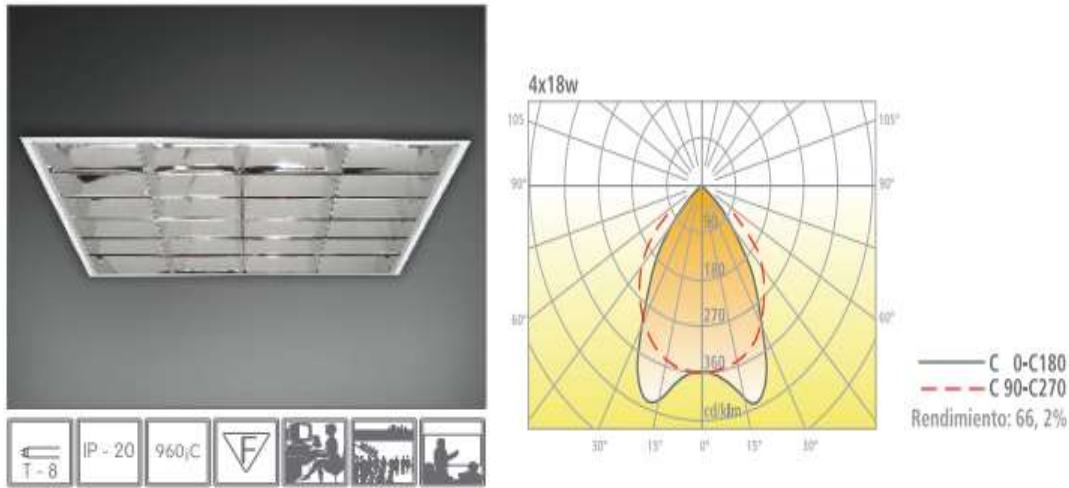


Figura 38: Luminaria SPV y su curva Fotométrica

La luminaria polivalente de empotrar en cualquier techo normalizado de mercado. El armazón está fabricado de chapa desengrasada, fosfatado y termoesmaltado en blanco. El difusor se fija mediante un muelle al armazón. La electrificación es interior, de clase I para lámpara fluorescente lineal, con reactancia ferro-magnética de 230 V. 50 Hz y de alto factor de potencia ( $>0,9$ ) accesible desde el exterior abatiendo el difusor.

- Luminaria Tira Continua (STC).

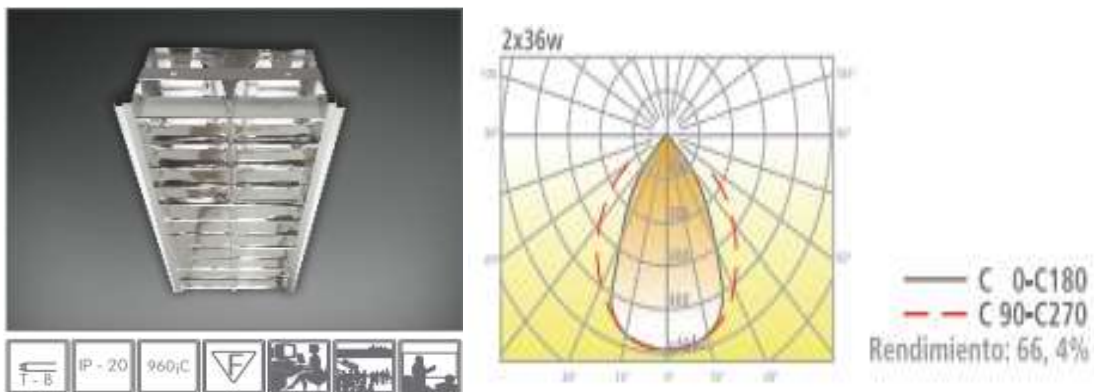


Figura 39: Luminaria STC y su curva Fotométrica.

Las características de esta luminaria son las mismas que la SPV. Además como accesorio se suministra alineadores y tapas finales para cerrar principios y finales de la tira continua. Este tipo es el más utilizado en pasillos.

- Luminarias de empotrar para ambientes estériles IP-65 (SLEH-C)

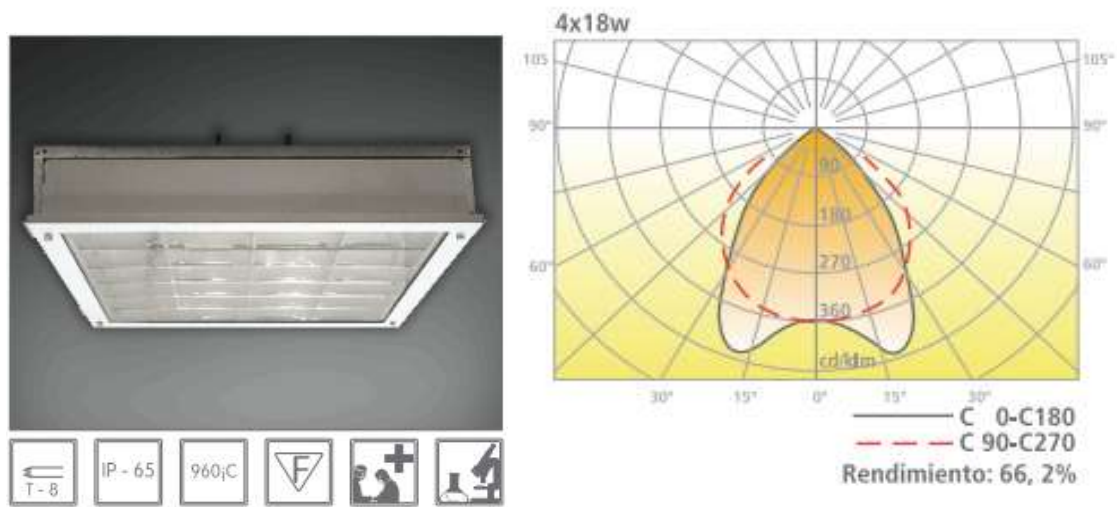


Figura 40: Luminaria SLEH-C y su curva Fotométrica.

Está diseñada para iluminar ambientes estériles como quirófanos, UVI, laboratorios de análisis, etc. El armazón de la luminaria y el marco embellecedor está fabricado en chapa desengrasado, fosfatado y termoesmaltado en blanco. El aparato está protegido por un cristal templado de 4 mm. Sellado perfectamente por una junta adhesiva de neopreno que permite un alto grado de estanquidad y un fácil recambio de componentes. La electrificación es interior, de clase I para lámpara fluorescentes lineal, con reactancia ferro magnética de 230 V, 50 Hz y un alto factor de potencia.

- Downlight de empotrar baja altura estanco IP-65 (SDE)

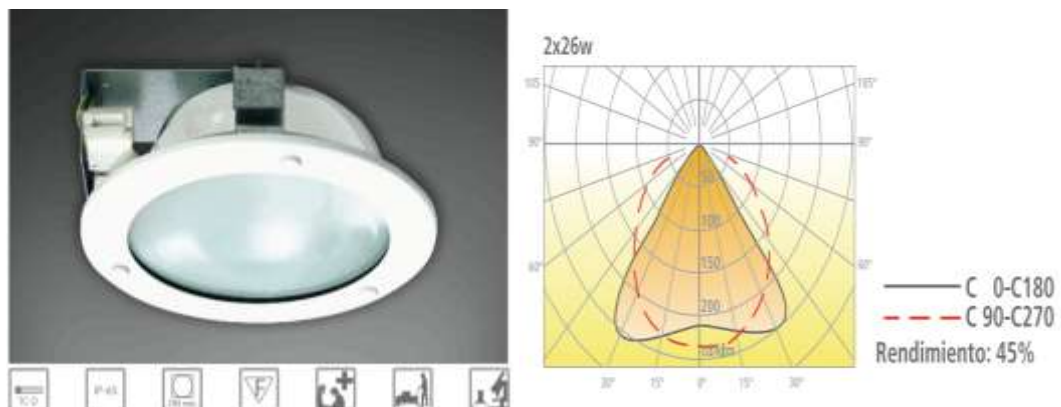


Figura 41: Luminaria SDE y su curva Fotométrica.

Downlight de empotrar baja altura de lámparas compactas para zonas estériles IP-65, fabricado en aluminio. Con reflector de aluminio puro de 99,9% de pureza y anodizado para obtener el máximo rendimiento de las lámparas. El cristal es templado con junta de estanquidad. La disposición de las lámparas es en horizontal. El equipo eléctrico, esta montado en caja clase II independiente.

Las luminarias utilizadas para este proyecto tienen características similares a las descritas en los apartados anteriores.

En la norma UNE-EN 12464-1 viene definido los niveles de iluminación (iluminancia media =  $E_m$ ), el índice de deslumbramiento unificado (UGR) Y el rendimiento de colores ( $R_a$ ).

TIPO INTERIOR, TAREA y ACTIVIDAD	$E_m$ (Lux)	UGR <sub>L</sub>	$R_a$	OBSERVACIONES y PARTICULARIDADES
<b>1.2.1.- CANTINAS Y CAFETERÍAS</b>	200	22	80	
<b>1.2.2.- SALAS DE DESCANSO</b>	100	22	80	
<b>1.2.3.- SALAS PARA EJERCICIO FÍSICO</b>	300	22	80	
<b>1.2.4.- VESTUARIOS Y SALAS DE LAVADO</b>	200	25	80	
<b>1.2.5.- ENFERMERÍA</b>	500	19	80	
<b>1.4.1.- ALMACENES Y CUARTO DE ALMACEN</b>	100	25	60	
<b>1.4.2.- MANIPULACIÓN DE PAQUETES Y EXPEDICIÓN</b>	300	25	60	
<b>2.15.3.- SALAS DE MÁQUINAS</b>	200	25	80	
<b>5.7.1.- APARCAMIENTO RAMPAS ACCESO (DE DÍA)</b>	300	25	60	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>5.7.2.- APARCAMIENTO RAMPAS ACCESO (DE NOCHE)</b>	75	25	60	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>5.7.3.- APARCAMIENTO CALLES DE CIRCULACIÓN</b>	75	25	60	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>5.7.4.- APARCAMIENTO ÁREA DE APARCAMIENTO</b>	75	-	60	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>5.7.5.- APARCAMIENTO CAJA</b>	300	19	80	
<b>6.2.1.- AULAS DE ENSEÑANZA</b>	300	19	80	
<b>6.2.9.- AULAS DE PRÁCTICAS Y LABORATORIOS</b>	500	19	80	
<b>6.2.21.- BIBLIOTECA: ESTANTERÍAS</b>	200	19	80	
<b>6.2.22.- BIBLIOTECA: LECTURA</b>	500	19	80	
<b>6.2.26.- COCINA</b>	500	22	80	
<b>7.1.1.- SALAS DE ESPERA</b>	200	22	80	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>7.1.2.- PASILLOS CIRCULACIÓN GENERAL DURANTE EL DÍA</b>	150	22	80	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>7.1.3.- PASILLOS CIRCULACIÓN GENERAL DURANTE LA NOCHE</b>	50	22	80	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>

<b>7.1.4.- SALAS DE DÍA</b>	200	22	80	
<b>7.1.5.- PASILLOS SERVICIO UNIDAD FUNCIONAL</b>	150	22	80	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>7.2.1.- OFICINA DE PERSONAL</b>	500	19	80	<b>ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO</b>
<b>7.3.1.- HABITACIÓN ENFERMO ALUMBRADO GENERAL</b>	100	19	80	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>7.3.2.- HABITACIÓN ENFERMO ALUMBRADO LECTURA</b>	300	19	80	<b>ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO</b>
<b>7.3.3.- HABITACIÓN ENFERMO ALUMBRADO EXÁMEN</b>	300	19	80	<b>ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO</b>
<b>7.3.4.- SALAS EXÁMEN Y TRATAMIENTO (CURAS)</b>	1000	19	80	<b>ILUMINANCIA EN PLANO DE TRABAJO</b>
<b>7.3.5.- ALUMBRADO NOCTURNO HABITACIÓN ENFERMO</b>	5	-	80	
<b>7.3.6.- CUARTOS DE BAÑO PACIENTES</b>	200	22	80	
<b>7.4.1.- SALAS EXÁMEN ALUMBRADO GENERAL</b>	500	19	80	
<b>7.4.2.- SALAS EXÁMEN ALUMBRADO TRATAMIENTO</b>	1000	19	100	
<b>7.5.1.- SALAS EXÁMEN OCULAR ALUMBRADO GENERAL</b>	300	19	80	
<b>7.5.2.- SALAS EXÁMEN OCULAR EXTERNO</b>	1000	-	90	<b>PROPIO DEL EQUIPO DE EXPLORACIÓN</b>
<b>7.5.3.- SALAS EXÁMEN OCULAR LECTURA Y CROMÁTICA</b>	500	16	100	
<b>7.6.1.- SALAS EXÁMEN AUDITIVO ALUMBRADO GENERAL</b>	300	19	100	
<b>7.6.2.- SALAS EXÁMEN AUDITIVO (EXPLORACIÓN)</b>	1000	-	90	<b>PROPIO DEL EQUIPO DE EXPLORACIÓN</b>
<b>7.7.1.- SALAS DE ESCANER ALUMBRADO GENERAL</b>	300	19	100	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.7.2.- SALAS DE ESCANER CON IMÁGENES Y TV</b>	50	19	80	
<b>7.8.1.- SALAS DE PARTO ALUMBRADO GENERAL</b>	300	19	80	
<b>7.8.2.- SALAS DE PARTO EXÁMEN Y TRATAMIENTO</b>	1000	19	100	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.9.1.- SALAS DE TRATAMIENTO: DIÁLISIS</b>	500	19	80	
<b>7.9.2.- SALAS DE TRATAMIENTO: DERMATOLOGÍA</b>	500	19	100	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.9.3.- SALAS DE TRATAMIENTO: ENDOSCOPIAS</b>	300	19	100	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.9.4.- SALAS DE TRATAMIENTO: YESOS</b>	500	19	80	
<b>7.9.5.- SALAS DE TRATAMIENTO: BAÑOS MÉDICOS</b>	300	19	80	
<b>7.9.6.- SALAS DE TRATAMIENTO: MASAJE Y</b>	300	19	100	<b>REGULABLE</b>

<b>RADIOTERAPIA</b>				<b>CONTÍNUO</b>
<b>7.10.1.- SALAS PREOPERATORIAS Y RECUPERACIÓN</b>	1000	19	100	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.10.2.- SALAS DE OPERACIÓN</b>	1000	19	80	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.10.3.- QUIRÓFANOS ALUMBRADO OPERACIÓN</b>	10.000 100.000	-	100	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.11.1.- U.C.I. ALUMBRADO GENERAL</b>	100	19	80	<b>ILUMINANCIA EN EL SUELO</b>
<b>7.11.2.- U.C.I. EXÁMENES SIMPLES</b>	300	19	100	<b>ILUMINANCIA A NIVEL DE CAMA</b>
<b>7.11.3.- U.C.I. EXÁMEN Y TRATAMIENTO</b>	1000	19	100	<b>ILUMINANCIA A NIVEL DE CAMA (REGULABLE)</b>
<b>7.11.4.- VIGILANCIA NOCTURNA</b>	20	19	100	
<b>7.12.1.- DENTISTA ALUMBRADO GENERAL</b>	500	19	80	<b>LIBRE DE DESLUMBRAMIENTO PARA EL PACIENTE</b>
<b>7.12.2.- DENTISTA EN EL PACIENTE</b>	1000	-	100	<b>PROPIO DEL EQUIPAMIENTO</b>
<b>7.12.3.- DENTISTA QUIRÓFANO</b>	5000	-	100	<b>PROPIO DEL EQUIPAMIENTO</b>
<b>7.12.4.- DENTISTA EMPAREJADO DEL BLANCO DENTAL</b>	5000	-	100	<b>PROPIO DEL EQUIPAMIENTO</b>
<b>7.13.1.- LABORATORIOS Y FARMACIA ALUMBRADO GENERAL</b>	500	19	80	
<b>7.13.2.- LABORATORIOS Y FARMACIA INSPECCIÓN COLORES</b>	1000	19	100	<b>REGULABLE CONTÍNUO</b>
<b>7.14.1.- SALAS DE ESTERILIZACIÓN</b>	300	22	80	
<b>7.14.2.- SALAS DE DESINFECCIÓN</b>	300	22	80	
<b>7.15.1.- SALAS DE AUTOPSIAS ALUMBRADO GENERAL</b>	500	19	80	
<b>7.15.2.- MESA DE AUTOPSIAS Y DE DISECCIÓN</b>	<b>5000</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	

Tabla 18 de niveles de iluminación exigidos en el complejo hospitalarios

## 4. CALCULOS

### 4.1 CÁLCULO DE CONDUCTORES

Una vez determinado la previsión de carga, nuestra siguiente tarea es calcular las secciones de los conductores que vamos a utilizar. Previamente he mencionado los tipos de cables que se van a utilizar: RZ1-0,6/1kV (AS) y ES07Z1-U, ES07Z1-R y ES07Z1-K. A continuación se explica el cálculo realizado y el procedimiento y el reglamento empleados.

#### 1. INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN

Se dispone de un centro de transformación con tres transformadores en paralelo de 1600 kVA. El centro de transformación tiene las siguientes características:

- Tensión primaria: 15kV $\pm 5 \pm 7$  %.
- Tensión secundaria: 3\*230/400 V.
- Potencia a Plena Carga disponible: 3\*1600=4800 kVA.

#### 1.1 INTENSIDADES A PLENA CARGA

##### 1.1.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

La expresión de la intensidad primaria:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} * U_1}$$

Donde:

- $I_1$ : Intensidad primaria (A).
- $S$ : potencia del transformador (kVA).
- $U_1$ : Tensión primaria (kV).

En este caso la intensidad primaria da:

$$I_1 = 3 * \frac{1600}{\sqrt{3} * 15,75} = 175,95 \text{ A}$$

##### 1.1.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

Aplicando esta expresión obtenemos la intensidad secundaria:

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} * U_2}$$

Donde:

- $I_2$ : Intensidad secundaria (A)
- $U_2$ : Tensión secundaria (V).

$$I_2 = \frac{1600}{\sqrt{3} * 0,42} = 2199,43 \text{ A}$$

## 1.2 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

La máxima potencia de cortocircuito de la red de alimentación será de 500 MV

### 1.2.1 CORTOCIRCUITO EN ALTA TENSION

La intensidad máxima de cortocircuito se calcula con la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_1}$$

Donde:

- $I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito en Alta tensión (kA).
- $S_{cc}$ : Potencia de cortocircuito de la red (kVA).
- $U_1$ : Tensión primaria (kV).

$$I_{cc} = \frac{500}{\sqrt{3} * 15} = 19,24 \text{ kV}$$

### 1.2.2 CORTOCIRCUITO DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión se calcula con la expresión:

$$I_{cc2} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{V_{cc}}{100} U_2}$$

Donde:

- $I_{cc2}$ : Intensidad de cortocircuito en Baja tensión (kA).
- S: Potencia del transformador (kVA).
- $U_2$ : Tensión secundaria (V).
- $V_{cc}$ : Tensión de cortocircuito porcentual del transformador (%).

$$I_{cc2} = \frac{1600}{\sqrt{3} * \frac{6}{100} * 420} = 36,66 \text{ kA}$$

## 2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

### 2.1.- CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LÍNEAS.

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las condiciones siguientes:

#### 2.1.1.- CRITERIO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE O DE CALENTAMIENTO.

La temperatura los conductores trabajando a plena carga, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. En la tabla 2 de la ITC-BT-07 se recogen las temperaturas máximas, en °C, asignadas a los distintos tipos de conductores.

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
<b>Policloruro de vinilo (PVC)</b> $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70	160
	70	140
<b>Polietileno reticulado (XLPE)</b>	90	250
<b>Etileno Propileno (EPR)</b>	90	250

TABLA 2 (ITC-BT-07).



### **2.1.2.- CRITERIO DE LA CAÍDA DE Tensión.**

La circulación de corriente por los conductores, provoca pérdidas de potencia, y una caída de tensión. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

Las caídas de tensión admisibles según el REBT para instalaciones alimentadas desde alta tensión y con su propio centro de transformación, según ITC-BT 19, son del 4% para el alumbrado y 6.5% el resto.

### **2.1.3- CRITERIO DE CÁLCULO DE SECCIONES.**

El procedimiento para el cálculo de secciones es el siguiente:

Primero se determina la potencia instalada, sabiendo la tensión se haya la corriente de línea. Después se determina la corriente admisible ( $I_z$ ) que es el resultado de multiplicar la corriente de línea por factores de corrección. Por último se acude a la tabla 52-E4 y 52-E5 de la ITC-BT-19 buscando el valor obtenido y siempre se coge un valor superior al calculado, esta forma obtenemos la sección del conductor por fase.

La tabla 52-E4 y 52-E5 de la ITC-BT-19 nos dan las secciones normalizadas para conductores tetrapolares y unipolares en ternas. Los coeficientes que se aplican son los de agrupamiento para los unipolares y el coeficiente de temperatura.

### **2.2.- CÁLCULO DE LÍNEAS.**

COMPLEJO HOSPITALARIO

valores	n° línea	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (KVA)	Vcc (%)	We (W)	U2 (V)	N (n° cond)	S (mm^2)	Re (Ω/km)	Xc (Ω/km)	Maxima solicitud	L (m)	L Admis (A)	I2 (A)	Coef.	Cos φ	Ic2 P.carga (A)	Rf2 (mΩ)	Xf2 (mΩ)	Σ Rf2 (mΩ)	Σ Xf2 (mΩ)	Σ Zf2 (mΩ)	er2 (V)	ex2 (V)	Σer2 (V)	Σex2 (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc2 (kVA)	t (s)	
Línea Alta Tensión	1	500	15				420												0,0529	0,3493	0,0529	0,3493	0,3528									
Transformador 1600 kVA	2			1.600	6	16.000	420								2.199,40	1	0,95	2.199,40	1,1025	6,5225	1,1554	6,8717	6,9682	2,5413	15,114	2,5413	15,1139	235,35				
LÍNEA EN B.T. DE 1 TRAFOS.	3						420	5	300	0,0694	0,12	46.064.250.000	12	2902	2.199,40	1	0,95	2.199,40	0,1667	0,288	1,3221	7,1597	7,2808							33,31	41,53	
3 TRAFOS EN PARALELO	4						420								6.598,30	1	0,95	6.598,30			0,476	2,6194	2,6623	3,1406	17,284	3,1406	17,2838	234,11	0	91,08		
LÍNEA AL CGD-2.A	5						420	2	120	0,1736	0,12	1.179.244.800	60	631	527,7	0,52	0,95	274,40	5,2080	3,6000	5,6840	6,2194	8,4255	1,4291	0,9879	4,5697	18,2717	232,4406	0,7131	28,7802	1,4237	
LÍNEA AL CGD-2.B	6						420	2	240	0,0868	0,12	4.716.979.200	60	989	769,7	0,42	0,95	323,27	2,6040	3,6000	3,0800	6,2194	6,9403	0,8418	1,1638	3,9824	18,4476	232,9436	0,4982	34,9392	3,8640	
LÍNEA AL CGD-2.C	7						420	1	150	0,1389	0,12	460.642.500	60	364	314,2	0,42	0,95	131,96	8,3340	7,2000	8,8100	9,8194	13,1923	1,0998	0,9501	4,2404	18,2339	232,7652	0,5744	18,3810	1,3634	
LÍNEA A LA TE-AA.2.(- 1).49	8						420	1	120	0,1736	0,12	294.811.200	178	315	269,9	0,75	0,85	202,43	30,9008	21,3600	31,3768	23,9794	#####	6,2551	4,3238	9,3957	21,6076	223,1183	4,6951	6,1404	7,8191	
LÍNEA A LA TE-AA.2.(- 1).50	9						420	1	120	0,1736	0,12	294.811.200	185	315	238,2	0,75	0,85	178,65	32,1160	22,2000	32,5920	24,8194	#####	5,7375	3,9660	8,8781	21,2498	223,7467	4,4267	5,9192	8,4144	
LÍNEA A LA TE-AA.2.1.14	10						420	1	150	0,1389	0,12	460.642.500	91	364	295,9	0,75	0,85	221,93	12,6399	10,9200	13,1159	13,5394	18,8505	2,8051	2,4234	5,9457	19,7072	227,0518	3,0149	12,8637	2,7838	
LÍNEA AL CGD- ALUM.EXT.2	11						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	36	104	35,9	0,8	0,95	28,72	29,9988	2,8800	30,4748	5,4994	#####	0,8616	0,0827	4,0022	17,3665	233,2624	0,3621	7,8305	0,2087	
LÍNEA AL CGD-APA.2	12						420	1	120	0,1736	0,12	294.811.200	36	315	139,6	0,8	0,95	111,68	6,2496	4,3200	6,7256	6,9394	9,6638	0,6980	0,4825	3,8386	17,7663	233,2930	0,3490	25,0923	0,4682	
LÍNEA AL CGD-8	13						420	3	150	0,1389	0,12	460.642.500	87	1092	944	0,42	0,95	396,48	4,0281	3,4800	4,5041	6,0994	7,5822	1,5971	1,3798	4,7377	18,6636	232,1586	0,8335	31,9811	4,0534	
LÍNEA A LA TE-AA.8.3.9	14						420	1	240	0,0868	0,12	4.716.979.200	173	495	446	0,75	0,85	334,50	15,0164	20,7600	15,4924	23,3794	#####	5,0230	6,9442	8,1636	24,2280	222,7852	4,8374	8,6459	15,7756	
LÍNEA A LA TE-AA.8.3.10	15						420	1	120	0,1736	0,12	294.811.200	190	315	255,5	0,75	0,85	191,63	32,9840	22,8000	33,4600	25,4194	#####	6,3206	4,3691	9,4612	21,6529	223,0388	4,7291	5,7707	8,8529	
LÍNEA A LA TE-AA.8.3.11	16						420	1	95	0,2193	0,12	184.768.825	206	271	215,1	0,75	0,85	161,33	45,1758	24,7200	45,6518	27,3394	53,2121	7,2880	3,9880	10,4286	21,2718	222,4172	4,9946	4,5570	8,8976	
LÍNEA AL CGD-10	17						420	2	240	0,0868	0,12	4.716.979.200	114	989	785,1	0,42	0,95	329,74	4,9476	6,8400	5,4236	9,4594	10,9039	1,6314	2,2554	4,7720	19,5392	231,8526	0,9643	22,2385	9,5379	
LÍNEA AL CGD-10.0.CAF	18						420	1	70	0,2976	0,12	100.317.700	163	221	176,1	0,7	0,85	123,27	48,5088	19,5600	48,9848	22,1794	53,7721	5,9797	2,4112	9,1203	19,6950	224,3599	4,1647	4,5095	4,9330	
LÍNEA A LA TE-10.(- 2).GPA1	19						420	1	70	0,2976	0,12	100.317.700	149	221	72,2	0,8	0,85	57,76	44,3424	17,8800	44,8184	20,4994	#####	2,5612	1,0327	5,7018	18,3165	227,9917	2,6134	4,9202	4,1439	
LÍNEA A LA TE-10.(- 2).GPAS1	20						420	1	70	0,2976	0,12	100.317.700	141	221	108,3	0,8	0,85	86,64	41,9616	16,9200	42,4376	19,5394	46,7198	3,6356	1,4659	6,7762	18,7497	226,8503	3,1010	5,1902	3,7239	
LÍNEA A LA TE-10.(- 2).GPAS2	21						420	1	70	0,2976	0,12	100.317.700	145	221	158,8	0,8	0,85	127,04	43,1520	17,4000	43,6280	20,0194	48,0019	5,4820	2,2105	8,6226	19,4943	224,8886	3,9389	5,0516	3,9311	
LÍNEA A LA TE-10.(- 2).GPTA	22						420	1	70	0,2976	0,12	100.317.700	178	221	101	0,8	0,85	80,80	52,9728	21,3600	53,4488	23,9794	58,5814	4,2802	1,7259	7,4208	19,0097	226,1655	3,3935	4,1393	5,8549	
LÍNEA A LA TE-AA.10(- 1)INFO	23						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.500	187	157	115,5	0,7	0,85	80,85	77,9229	14,9600	78,3989	17,5794	#####	6,3001	1,2095	9,4407	18,4933	224,7206	4,0107	3,0180	5,6191	

COMPLEJO HOSPITALARIO

LÍNEA A LA TE-10.(- 1).INFO	24						420	1	50	0,4167	0,08	51.182.425	182	157	115,5	0,7	0,85	80,85	75,8394	14,5600	76,3154	17,1794	78,2251	6,1316	1,1772	9,2722	18,4610	224,8808	3,9422	3,0999	5,3264
LÍNEA A LA TE-AA.10.1.13	25						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	120	129	79,4	0,75	0,85	59,55	71,4240	9,6000	71,9000	12,2194	72,9310	4,2533	0,5717	7,3939	17,8555	226,7963	3,1240	3,3249	2,2686
LÍNEA AL CGD-2.A	26						420																								
LÍNEA AL CS- 2.2.1	27						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	90	129	108	0,74	0,95	79,92	53,5680	7,2000	54,0440	9,8194	#####	4,2812	0,5754	7,4218	17,8592	229,8599	1,8154	4,4146	1,2869
LÍNEA AL CS- 2.2.3	28						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	72	129	124	0,74	0,95	91,76	42,8544	5,7600	43,3304	8,3794	44,1332	3,9323	0,5285	7,0729	17,8123	230,2059	1,6676	5,4944	0,8308
LÍNEA AL CS- 2.3.1	29						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	94	129	108	0,74	0,95	79,92	55,9488	7,5200	56,4248	10,1394	#####	4,4714	0,6010	7,6120	17,8848	229,6712	1,8960	4,2298	1,4018
LÍNEA AL CS- 2.3.AS	30						420	1	70	0,2976	0,12	51.182.425	26	221	187,6	0,8	0,85	150,08	7,7376	3,1200	8,2136	5,7394	10,0202	1,1613	0,4682	4,3019	17,7520	229,4791	1,9781	24,1999	0,1713
LÍNEA AL CGD-2.B	31						420																								
LÍNEA AL CS- 2.(-2).2	32						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	70	129	123,9	0,6	0,95	74,34	41,6640	5,6000	42,1400	8,2194	42,9341	3,0973	0,4163	6,2379	17,7001	231,0343	1,3138	5,6479	0,7862
LÍNEA AL CS- 2.0.2	33						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	83	129	108	0,6	0,95	64,80	49,4016	6,6400	49,8776	9,2594	#####	3,2012	0,4303	6,3418	17,7141	230,9312	1,3578	4,7800	1,0977
LÍNEA AL CS- 2.0.3	34						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	62	104	86,3	0,6	0,95	51,78	51,6646	4,9600	52,1406	7,5794	#####	2,6752	0,2568	5,8158	17,5406	231,4851	1,1212	4,6023	0,6041
LÍNEA AL CS- 2.0.4	35						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	62	129	104,6	0,6	0,85	62,76	36,9024	4,9600	37,3784	7,5794	38,1391	2,3160	0,3113	5,4566	17,5951	228,5802	2,3620	6,3580	0,6204
LÍNEA AL CS- 2.1.1	36						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	88	129	108	0,6	0,95	64,80	52,3776	7,0400	52,8536	9,6594	#####	3,3941	0,4562	6,5347	17,7400	230,7399	1,4396	4,5132	1,2313
LÍNEA AL CS- 2.1.2	37						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	63	129	94,4	0,6	0,95	56,64	37,4976	5,0400	37,9736	7,6594	#####	2,1239	0,2855	5,2645	17,5693	231,9999	0,9013	6,2596	0,6401
LÍNEA A LA TE-2.(-2).RX1	38						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	51	129	72,2	1	0,85	72,20	30,3552	4,0800	30,8312	6,6994	31,5507	2,1916	0,2946	5,3322	17,5784	228,6947	2,3131	7,6856	0,4246
LÍNEA A LA TE-2.(-2).RX2	39						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	59	129	72,2	1	0,85	72,20	35,1168	4,7200	35,5928	7,3394	36,3416	2,5354	0,3408	5,6760	17,6246	228,3782	2,4484	6,6724	0,5633
LÍNEA AL CGD-2.C	40						420				0,08																				
LÍNEA AL CS- 2.(-2).1	41						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	12	104	47,2	0,6	0,95	28,32	9,9996	0,9600	10,4756	3,5794	11,0702	0,2832	0,0272	3,4238	17,3110	233,8292	0,1200	21,9044	0,0267
LÍNEA AL CS- 2.(-2).3	42						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	82	104	17,5	0,6	0,95	10,50	68,3306	6,5600	68,8066	9,1794	69,4162	0,7175	0,0689	3,8581	17,3527	233,4036	0,3018	3,4932	1,0486
LÍNEA AL CS- 2.(-1).1	43						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	10	104	29,6	0,6	0,95	17,76	8,3330	0,8000	8,8090	3,4194	9,4494	0,1480	0,0142	3,2886	17,2980	233,9616	0,0634	25,6617	0,0194
LÍNEA AL CS- 2.(-1).2	44						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	61	104	39,8	0,6	0,95	23,88	50,8313	4,8800	51,3073	7,4994	51,8525	1,2139	0,1165	4,3545	17,4003	232,9171	0,5095	4,6765	0,5851
LÍNEA AL CS- 2.0.1	45						420	1	35	0,5952	0,08	25.079.425	135	129	71,1	0,6	0,95	42,66	80,3520	10,8000	80,8280	13,4194	81,9344	3,4278	0,4607	6,5684	17,7445	230,7064	1,4539	2,9595	2,8633
LÍNEA AL CS- 2.2.2	46						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	22	104	49,8	0,6	0,95	29,88	18,3326	1,7600	18,8086	4,3794	19,3117	0,5478	0,0526	3,6884	17,3364	233,5699	0,2307	12,5565	0,0812
LÍNEA AL CS- 2.3.2	47						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	26	104	58,6	0,6	0,95	35,16	21,6658	2,0800	22,1418	4,6994	#####	0,7618	0,0731	3,9024	17,3569	233,3602	0,3203	10,7129	0,1115
LÍNEA AL CGD-8	48						420																								
LÍNEA AL CS- 8.(-2).1	49						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	52	104	47,8	0,6	0,95	28,68	43,3316	4,1600	43,8076	6,7794	44,3291	1,2428	0,1193	4,3834	17,4031	232,8888	0,5216	5,4702	0,4276
LÍNEA AL CS- 8.(-2).2	50						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	88	104	18,5	0,6	0,95	11,10	73,3304	7,0400	73,8064	9,6594	#####	0,8140	0,0781	3,9546	17,3619	233,3090	0,3421	3,2577	1,2057

COMPLEJO HOSPITALARIO

LÍNEA AL CS-8.(-2).3	51						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	86	104	66	0,6	0,95	39,60	71,6638	6,8800	72,1398	9,4994	#####	2,8379	0,2724	5,9785	17,5562	231,3256	1,1893	3,3326	1,1521
LÍNEA AL CS-8.(-2).4	52						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	45	104	62,8	0,6	0,95	37,68	37,4985	3,6000	37,9745	6,2194	#####	1,4129	0,1356	4,5535	17,4194	232,7220	0,5929	6,3016	0,3222
LÍNEA AL CS-8.(-1).1	53						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	46	104	78,1	0,6	0,95	46,86	38,3318	3,6800	38,8078	6,2994	39,3157	1,7962	0,1724	4,9368	17,4562	232,3464	0,7533	6,1677	0,3364
LÍNEA AL CS-8.(-1).2	54						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	92	104	27,9	0,6	0,95	16,74	76,6636	7,3600	77,1396	9,9794	#####	1,2833	0,1232	4,4239	17,4070	232,8490	0,5386	3,1175	1,3166
LÍNEA AL CS-8.(-1).3	55						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	71	104	68,7	0,6	0,95	41,22	59,1643	5,6800	59,6403	8,2994	60,2150	2,4388	0,2341	5,5794	17,5179	231,7168	1,0223	4,0270	0,7890
LÍNEA AL CS-8.0.1	56						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	50	104	87,9	0,6	0,95	52,74	41,6650	4,0000	42,1410	6,6194	#####	2,1974	0,2110	5,3380	17,4948	231,9533	0,9212	5,6845	0,3960
LÍNEA AL CS-8.0.2	57						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	59	104	47,6	0,6	0,85	28,56	49,1647	4,7200	49,6407	7,3394	50,1803	1,4041	0,1348	4,5447	17,4186	229,4483	1,9913	4,8323	0,5480
LÍNEA AL CS-8.0.3	58						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	84	104	17,3	0,6	0,85	10,38	69,9972	6,7200	70,4732	9,3394	71,0894	0,7266	0,0698	3,8672	17,3536	230,0585	1,7306	3,4110	1,0997
LÍNEA AL CS-8.1.1	59						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	39	104	70	0,6	0,95	42,00	32,4987	3,1200	32,9747	5,7394	#####	1,3649	0,1310	4,5055	17,4148	232,7691	0,5728	7,2448	0,2438
LÍNEA AL CS-8.1.2	60						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	81	104	79,7	0,6	0,95	47,82	67,4973	6,4800	67,9733	9,0994	#####	3,2277	0,3099	6,3683	17,5937	230,9436	1,3525	3,5358	1,0235
LÍNEA AL CS-8.1.3	61						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	101	104	49,4	0,6	0,95	29,64	84,1633	8,0800	84,6393	10,6994	85,3129	2,4946	0,2395	5,6352	17,5233	231,6620	1,0457	2,8423	1,5838
LÍNEA AL CS-8.2.1.A	62						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	51	104	48,5	0,6	0,95	29,10	42,4983	4,0800	42,9743	6,6994	#####	1,2367	0,1187	4,3773	17,4025	232,8947	0,5191	5,5753	0,4117
LÍNEA AL CS-8.2.1.B	63						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	51	104	78,7	0,6	0,95	47,22	42,4983	4,0800	42,9743	6,6994	#####	2,0068	0,1927	5,1474	17,4765	232,1401	0,8414	5,5753	0,4117
LÍNEA AL CS-8.2.2	64						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	79	104	61,2	0,6	0,95	36,72	65,8307	6,3200	66,3067	8,9394	#####	2,4173	0,2321	5,5579	17,5159	231,7378	1,0133	3,6243	0,9741
LÍNEA AL CS-8.2.3	65						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	102	104	33,8	0,6	0,95	20,28	84,9966	8,1600	85,4726	10,7794	86,1496	1,7237	0,1655	4,8643	17,4493	232,4175	0,7230	2,8147	1,6151
LÍNEA AL CGD-10	66						420					12.795.625																			
LÍNEA AL CS-10.(-2).1	67						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	55	104	74	0,6	0,95	44,40	45,8315	4,4000	46,3075	7,0194	#####	2,0349	0,1954	5,1755	17,4792	232,1125	0,8532	5,1773	0,4774
LÍNEA AL CS-10.(-2).2	68						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	39	104	17,6	0,6	0,95	10,56	32,4987	3,1200	32,9747	5,7394	#####	0,3432	0,0329	3,4838	17,3167	233,7704	0,1451	7,2448	0,2438
LÍNEA AL CS-10.(-1).1	69						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	12	104	34,1	0,6	0,95	20,46	9,9996	0,9600	10,4756	3,5794	11,0702	0,2046	0,0196	3,3452	17,3034	233,9062	0,0871	21,9044	0,0267
LÍNEA AL CS-10.(-1).2	70						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	51	104	75,1	0,6	0,95	45,06	42,4983	4,0800	42,9743	6,6994	#####	1,9150	0,1838	5,0556	17,4676	232,2300	0,8030	5,5753	0,4117
LÍNEA AL CS-10.0.1	71						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	16	104	53,4	0,6	0,95	32,04	13,3328	1,2800	13,8088	3,8994	14,3488	0,4272	0,0410	3,5678	17,3248	233,6880	0,1802	16,8995	0,0448
LÍNEA AL CS-10.0.2	72						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	59	129	93,8	0,6	0,95	56,28	49,1647	4,7200	49,6407	7,3394	50,1803	2,7670	0,2656	5,9076	17,5494	231,3951	1,1597	4,8323	0,5480
LÍNEA AL CS-10.0.3	73						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	84	104	35,4	0,6	0,95	21,24	69,9972	6,7200	70,4732	9,3394	71,0894	1,4867	0,1427	4,6273	17,4265	232,6497	0,6238	3,4110	1,0997
LÍNEA AL CS-10.0.4	74						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	70	104	55,5	0,6	0,95	33,30	58,3310	5,6000	58,8070	8,2194	#####	1,9424	0,1865	5,0830	17,4703	232,2031	0,8145	4,0837	0,7673
LÍNEA AL CS-10.1.1	75						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	20	104	44,8	0,6	0,95	26,88	16,6660	1,6000	17,1420	4,2194	17,6537	0,4480	0,0430	3,5886	17,3268	233,6677	0,1889	13,7358	0,0678
LÍNEA AL CS-10.1.2	76						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	62	104	74,4	0,6	0,95	44,64	51,6646	4,9600	52,1406	7,5794	#####	2,3063	0,2214	5,4469	17,5052	231,8465	0,9668	4,6023	0,6041
LÍNEA AL CS-10.1.3	77						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	87	104	43,2	0,6	0,95	25,92	72,4971	6,9600	72,9731	9,5794	#####	1,8791	0,1804	5,0197	17,4642	232,2652	0,7880	3,2947	1,1788

COMPLEJO HOSPITALARIO

LÍNEA AL CS-10.2.1	78						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	23	104	38,9	0,6	0,95	23,34	19,1659	1,8400	19,6419	4,4594	20,1418	0,4473	0,0429	3,5879	17,3267	233,6683	0,1887	12,0390	0,0883
LÍNEA AL CS-10.2.2	79						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	65	104	57,3	0,6	0,95	34,38	54,1645	5,2000	54,6405	7,8194	55,1972	1,8622	0,1788	5,0028	17,4626	232,2818	0,7809	4,3931	0,6630
LÍNEA AL CS-10.2.3	80						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	95	104	38,4	0,6	0,95	23,04	79,1635	7,6000	79,6395	10,2194	#####	1,8239	0,1751	4,9645	17,4589	232,3193	0,7649	3,0200	1,4029
LÍNEA AL CS-10.2.4	81						420	1	25	0,8333	0,08	12.795.625	72	104	49,1	0,6	0,95	29,46	59,9976	5,7600	60,4736	8,3794	61,0514	1,7675	0,1697	4,9081	17,4535	232,3745	0,7413	3,9719	0,8111
LÍNEA AL CS-2.3.AS	82						420																								
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.19	83						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	29	81,6	37,5	1	0,85	37,50	37,7609	2,3200	38,2369	4,9394	#####	1,4160	0,0870	4,5566	17,3708	229,4633	1,9848	6,2894	0,1325
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.20	84						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	26	81,6	37,5	1	0,85	37,50	33,8546	2,0800	34,3306	4,6994	#####	1,2695	0,0780	4,4101	17,3618	229,5926	1,9296	6,9980	0,1070
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.21	85						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	22	81,6	37,5	1	0,85	37,50	28,6462	1,7600	29,1222	4,3794	#####	1,0742	0,0660	4,2148	17,3498	229,7649	1,8560	8,2340	0,0773
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.22	86						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	19	81,6	37,5	1	0,85	37,50	24,7399	1,5200	25,2159	4,1394	#####	0,9277	0,0570	4,0683	17,3408	229,8942	1,8008	9,4894	0,0582
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.23	87						420	1	16	1,3021	0,08	5.241.088	15	81,6	37,5	1	0,85	37,50	19,5315	1,2000	20,0075	3,8194	#####	0,7324	0,0450	3,8730	17,3288	230,0665	1,7272	11,9048	0,0370

Tabla 19 Cálculo de líneas.

Las fórmulas aplicadas para la acometida en Alta Tensión y para los transformadores de potencia han sido deducidas del diagrama del transformador reducido al secundario, por ello están en función de la tensión secundaria entre fases U2.

En el formulario adjunto utilizado se representa por:

- $Z_{f2}$  (columna X)= Impedancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ( $m\Omega$ ).  $Z_{f2} = \sqrt{R_{f2}^2 + X_{f2}^2}$
- $R_{f2}$ (columna T)= Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ( $m\Omega$ ).  $R_{f2} = \frac{R_e * l}{N}$
- $X_{f2}$  (columna U)= Reactancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ( $m\Omega$ ).  $X_{f2} = \frac{X_e * l}{N}$
- Pcc1 (columna C) = Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T., dada en MVA.
- U1 (columna D)= Tensión compuesta de la acometida de A.T., dada en kV.
- U2 (columna H)= Tensión compuesta del secundario asignada en placa (B.T.) de transformadores, dada en Voltios.
- Pt (columna E)= Potencia nominal del transformador, dada en kVA.
- Vcc = Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.
- Wc = Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios..
- L = Longitud del circuito, dada en metros.
- N = Número de conductores por fase que constituyen el circuito.
- S = Sección del conductor utilizado para el circuito, dado en milímetros cuadrados ( $mm^2$ ).
- Re = Resistencia específica del conductor a la temperatura de 70° C, dada en ohmios/ kilómetro ( $\Omega/km$ ).
- Xe = Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/km$ ).
- eR2 = Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

- $eX_2$  = Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $eZ_2$  = Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $\cos\varphi$  = Factor de potencia de la carga.
- $e_2\%$  = Caída de tensión por fase en %.
- $V_2$  = Tensión simple de fase en secundario (B.T.) de transformadores según placa, dada en Voltios.
- $V_c$  = Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.
- $V_{co}$  = Tensión simple de fase en las bornas de B.T. de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.
- $I_{cc2}$  = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz), dado en kiloamperios (kA).
- $I_z$  = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según R.E.B.T., dada en Amperios.
- $I_b$  = Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.
- $I_{c2}$  = Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.
- $t$  = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio sometido a la  $I_{cc2}$  calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.

Formulario utilizado para hallar algunos de los parámetros anteriores:

### 1. LÍNEA ACOMETIDA ALTA TENSIÓN.

$$Z_{f2} = \frac{(U_2)^2}{P_{cc1}} * 10^{-3}$$

$$R_{f2} = \frac{(U_2)^2}{P_{cc1}} * 10^{-3} * \cos \psi$$

$$X_{f2} = \frac{(U_2)^2}{P_{cc1}} * 10^{-3} * \sin \psi$$

Donde:

- $\cos \psi = 0,15$
- $\sin \psi = 0,99$

## 2. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

$$Z_{f2} = \frac{V_{cc}}{100} \frac{(U_2)^2}{P_t}$$

$$R_{f2} = \frac{W_c (U_2)^2}{(P_t)^2} * 10^{-3}$$

$$X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$$

Donde:

- $P_t$ : Potencia del transformador.
- $W_c$ : Perdidas totales en el cobre del transformador.
- $V_{cc}$ : Tensión de cortocircuito del transformador.

## 3. LÍNEA DE BAJA TENSIÓN

$$R_{f2} = R_e * \frac{L}{N}$$

$$X_{f2} = X_e * \frac{L}{N}$$

$$Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2}$$

$$I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} * Z_{f2}}$$

## 4. CAÍDAS DE TENSIÓN A PLENA CARGA

$$\Sigma e_{R2} = \Sigma I_{c2} * R_{f2} * 10^{-3}$$

$$\Sigma e_{X2} = \Sigma I_{c2} * X_{f2} * 10^{-3}$$

$$\Sigma e_{Z2} = \sqrt{(\Sigma e_{R2})^2 + (\Sigma e_{X2})^2}$$

$$V_c = V_2 - (\Sigma e_{R2} * \cos \varphi + \Sigma e_{X2} * \sin \varphi)$$



$$e_2\% = 100 * (1 - \frac{V_c}{V_{co}})$$

Donde:

- $V_c$ : Tensión simple en la carga
- $V_2$ : Tensión simple en vacío  $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$
- $V_{co}$ : Tensión simple en las bornas de B.T de transformadores

## 6. INTENSIDADES DE C.C. Y TIEMPOS MAX. DE APERT.DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN

**Intensidad de cortocircuito:**

$$I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} * \sum Z_{f2}}$$

**Tiempo máximo de corte del interruptor automático por acción de la  $I_{cc2}$ :**

$$t = \frac{20473 * S^2}{(I_{cc2})^2} * 10^{-6} \text{ Para el Cobre}$$

$$t = \frac{8927 * S^2}{(I_{cc2})^2} * 10^{-6} \text{ Para el Aluminio}$$

Este formulario detalla y justifica los cálculos realizados en las tablas anteriores.

## 4.2 CALCULO DE PROTECCIONES.

Para saber que protecciones son las más adecuadas para este caso, se ha calculado la corriente admisible del cable y la corriente de utilización, después elegimos las protecciones con un valor de corrientes comprendido entre los dos anteriores.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Donde:

- $I_B$  : Corriente de utilización.
- $I_N$  : Corriente nominal de la protección.
- $I_Z$  : Corriente admisible del cable.

Valores	I <sub>2</sub> (A)	I. Admis (A)	I <sub>n</sub> (A)
<b>Línea Alta Tensión</b>			
<b>Transformador 1600 kVA</b>	2.199,40		
<b>LÍNEA EN B.T. DE 1 TRAFOS.</b>	2.199,40	2902	
<b>3 TRAFOS EN PARALELO</b>	6.598,30		
LÍNEA AL CGD-2.A	527,7	631	630
LÍNEA AL CGD-2.B	769,7	989	800
LÍNEA AL CGD-2.C	314,2	364	400
LÍNEA A LA TE-AA.2.(-1).49	269,9	315	400
LÍNEA A LA TE-AA.2.(-1).50	238,2	315	250
LÍNEA A LA TE-AA.2.1.14	295,9	364	400
LÍNEA AL CGD-ALUM.EXT.2	35,9	104	125
LÍNEA AL CGD-APA.2	139,6	315	125
LÍNEA AL CGD-8	944	1092	1000
LÍNEA A LA TE-AA.8.3.9	446	495	630
LÍNEA A LA TE-AA.8.3.10	255,5	315	400
LÍNEA A LA TE-AA.8.3.11	215,1	271	250
LÍNEA AL CGD-10	785,1	989	800
LÍNEA AL CGD-10.0.CAF	176,1	221	250
LÍNEA A LA TE-10.(-2).GPAI	72,2	221	400
LÍNEA A LA TE-10.(-2).GPAS1	108,3	221	400
LÍNEA A LA TE-10.(-2).GPAS2	158,8	221	400
LÍNEA A LA TE-10.(-2).GPTA	101	221	160
LÍNEA A LA TE-AA.10(-1)INFO	115,5	157	160

LÍNEA A LA TE-10.(-1).INFO	115,5	157	160
LÍNEA A LA TE-AA.10.1.13	79,4	129	160
<b>LÍNEA AL CGD-2.A</b>			
LÍNEA AL CS-2.2.1	108	129	125
LÍNEA AL CS-2.2.3	124	129	125
LÍNEA AL CS-2.3.1	108	129	125
LÍNEA AL CS-2.3.AS	187,6	221	250
<b>LÍNEA AL CGD-2.B</b>			
LÍNEA AL CS-2.(-2).2	123,9	129	125
LÍNEA AL CS-2.0.2	108	129	125
LÍNEA AL CS-2.0.3	86,3	104	125
LÍNEA AL CS-2.0.4	104,6	129	125
LÍNEA AL CS-2.1.1	108	129	125
LÍNEA AL CS-2.1.2	94,4	129	125
LÍNEA A LA TE-2.(-2).RX1	72,2	129	125
LÍNEA A LA TE-2.(-2).RX2	72,2	129	125
<b>LÍNEA AL CGD-2.C</b>			125
LÍNEA AL CS-2.(-2).1	47,2	104	125
LÍNEA AL CS-2.(-2).3	17,5	104	125
LÍNEA AL CS-2.(-1).1	29,6	104	125
LÍNEA AL CS-2.(-1).2	39,8	104	125
LÍNEA AL CS-2.0.1	71,1	129	125
LÍNEA AL CS-2.2.2	49,8	104	125
LÍNEA AL CS-2.3.2	58,6	104	125
<b>LÍNEA AL CGD-8</b>			
LÍNEA AL CS-8.(-2).1	47,8	104	125
LÍNEA AL CS-8.(-2).2	18,5	104	125
LÍNEA AL CS-8.(-2).3	66	104	125
LÍNEA AL CS-8.(-2).4	62,8	104	125
LÍNEA AL CS-8.(-1).1	78,1	104	125
LÍNEA AL CS-8.(-1).2	27,9	104	125
LÍNEA AL CS-8.(-1).3	68,7	104	125
LÍNEA AL CS-8.0.1	87,9	104	125
LÍNEA AL CS-8.0.2	47,6	104	125
LÍNEA AL CS-8.0.3	17,3	104	125
LÍNEA AL CS-8.1.1	70	104	125
LÍNEA AL CS-8.1.2	79,7	104	125
LÍNEA AL CS-8.1.3	49,4	104	125
LÍNEA AL CS-8.2.1.A	48,5	104	125
LÍNEA AL CS-8.2.1.B	78,7	104	125
LÍNEA AL CS-8.2.2	61,2	104	125
LÍNEA AL CS-8.2.3	33,8	104	125
<b>LÍNEA AL CGD-10</b>			
LÍNEA AL CS-10.(-2).1	74	104	125
LÍNEA AL CS-10.(-2).2	17,6	104	125

LÍNEA AL CS-10.(-1).1	34,1	104	125
LÍNEA AL CS-10.(-1).2	75,1	104	125
LÍNEA AL CS-10.0.1	53,4	104	125
LÍNEA AL CS-10.0.2	93,8	129	125
LÍNEA AL CS-10.0.3	35,4	104	125
LÍNEA AL CS-10.0.4	55,5	104	125
LÍNEA AL CS-10.1.1	44,8	104	125
LÍNEA AL CS-10.1.2	74,4	104	125
LÍNEA AL CS-10.1.3	43,2	104	125
LÍNEA AL CS-10.2.1	38,9	104	125
LÍNEA AL CS-10.2.2	57,3	104	125
LÍNEA AL CS-10.2.3	38,4	104	125
LÍNEA AL CS-10.2.4	49,1	104	125
<b>LÍNEA AL CS-2.3.AS</b>			
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.19	37,5	81,6	125
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.20	37,5	81,6	125
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.21	37,5	81,6	125
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.22	37,5	81,6	125
LÍNEA A LA TE-2.3.AS.23	37,5	81,6	125

Tabla 20 Calculo de Protecciones

### 4.3 CALCULO LUMINOTÉCNICO.

Se ha realizado el cálculo lumínico de las zonas del complejo hospitalario. Los parámetros calculados son la Em (iluminancia media), Índice de uniformidad, UGR (índice de deslumbramiento Unificad) y VEEI (valores de eficiencia energética). las Zonas calculadas son las siguientes:

#### ➤ HABITACIÓN DE HOSPITAL

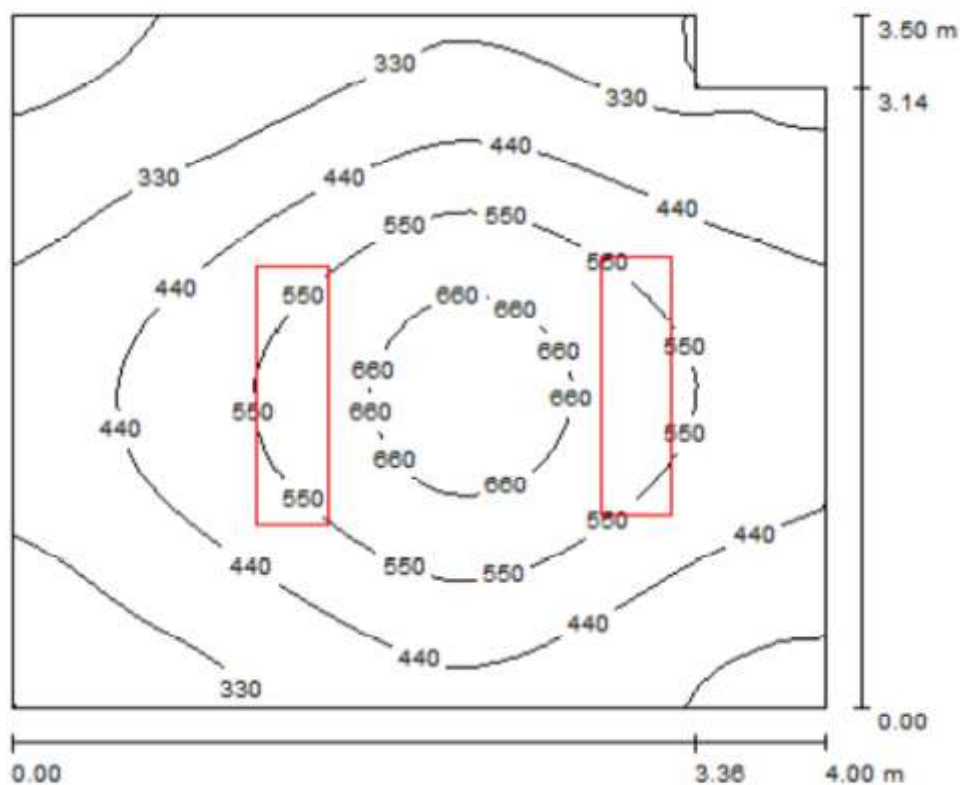


Figura 42: Curva isolux de la habitación.

- Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80
- Iluminancia: Según la normativa la habitación precisa 300 lux en el plano útil.

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	446	180	723	0.403
Suelo	25	360	211	471	0.587
Techo	70	93	61	114	0.659
Paredes (6)	58	183	59	461	/

Tabla 1: datos de Iluminancia.

- Plano útil:
- Altura: 0.750 m
- Trama: 32 x 32 Puntos
- Zona marginal: 0.000 m
- VEEI: la norma que regula es BD-HE3, y en este caso la habitación pertenece la Zona 1 “Zonas de no representación” y el valor máximo es de 3,5 W/m<sup>2</sup>/100 lx.

Valor de eficiencia energética: 10.44 W/m<sup>2</sup> = 2.34 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 13.79 m<sup>2</sup>)

- UGR : El índice de deslumbramiento Unificado de la CIE 117 lo regula la norma IEC 60050- 845. En este caso nos permite un UGR de 19 como máximo.

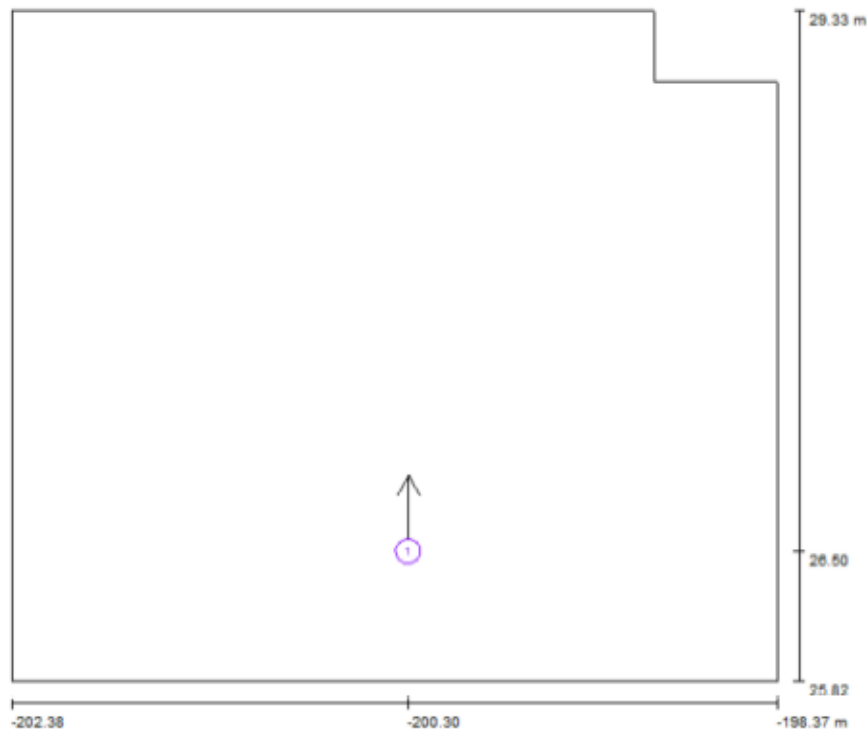


Figura 43: Observador UGR.

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	-200.300	26.500	1.200	90.0	18

Tabla 2: Datos de UGR de la habitación.

- Luminarias utilizadas

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	SCREENLUZ S0429124236 SLEH-C 236 SP6 (Tipo 1)* (1.000)	4595	6800	72.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 9189	Total: 13600	144.0

Tabla 3: lista de las luminarias

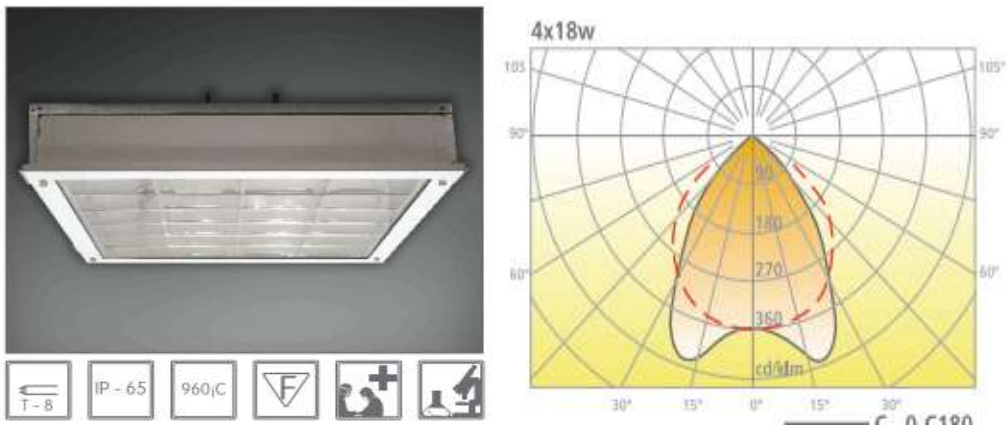


Figura 44: luminaria y su curva fotométrica.

## ➤ PASILLO.

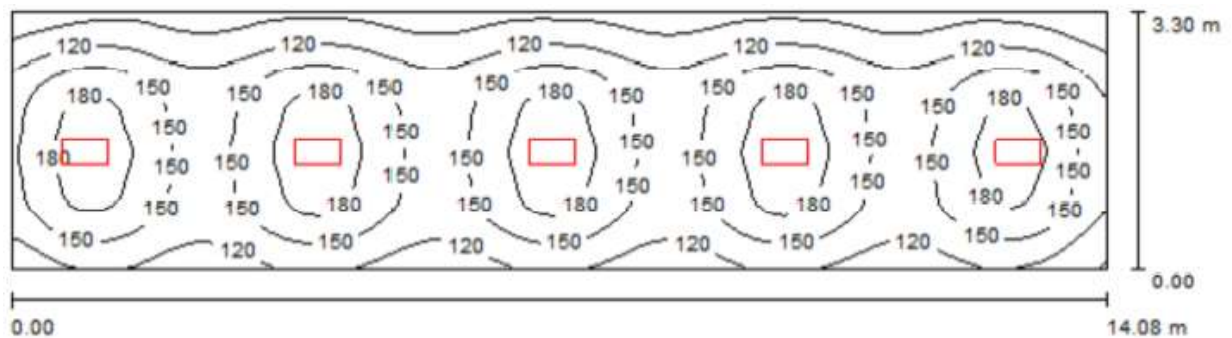


Figura 45: Curva isolux del pasillo.

- Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80
- Iluminancia: Según la normativa la sala de enfermería precisa 100 lux en el plano útil.

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	144	66	200	0.456
Suelo	20	118	78	133	0.658
Techo	70	23	18	28	0.767
Paredes (4)	50	53	17	192	/

Tabla 4: datos de Iluminancia.

- Plano útil:
- Altura: 0.850
- Trama: 64 x 128 Puntos
- Zona marginal: 0.000 m
- VEEI: la norma que regula es BD-HE3, y en este caso el pasillo pertenece la Zona 1 “Zonas de no representación”.

Valor de eficiencia energética:  $3.87 \text{ W/m}^2 = 2.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $46.52 \text{ m}^2$ )

- UGR: El índice de deslumbramiento Unificado de la CIE 117 lo regula la norma IEC 60050- 845. En este caso el UGR máximo permitido es de 28.



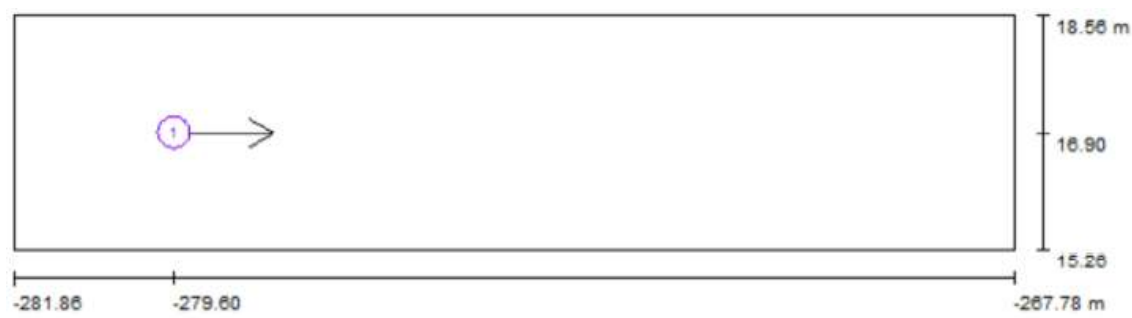


Figura 46: Observador UGR

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	-279.600	16.900	1.200	0.0	19

Tabla 5: Datos de UGR del Pasillo 2.

- Luminarias utilizadas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	SCREENLUZ S0101124218 SPV 218 SP6 (1.000)	1830	2700	36.0
Total:			9152	13500	180.0

Tabla 6: lista de las luminarias

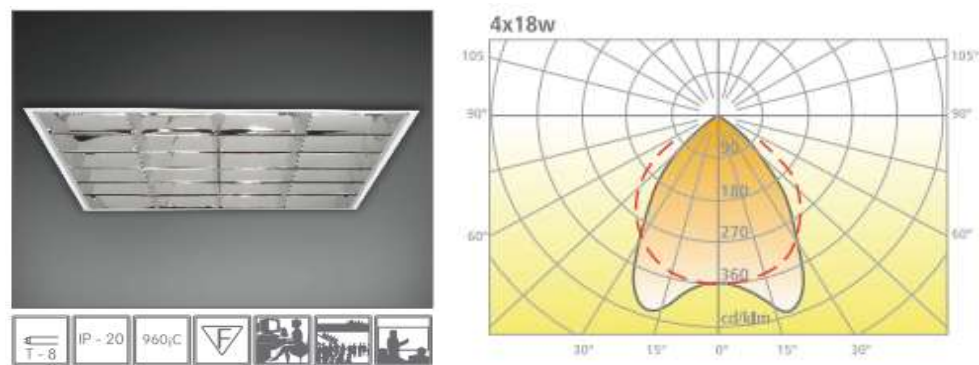


Figura 47: luminaria y su curva fotométrica.

➤ ENFERMERÍA

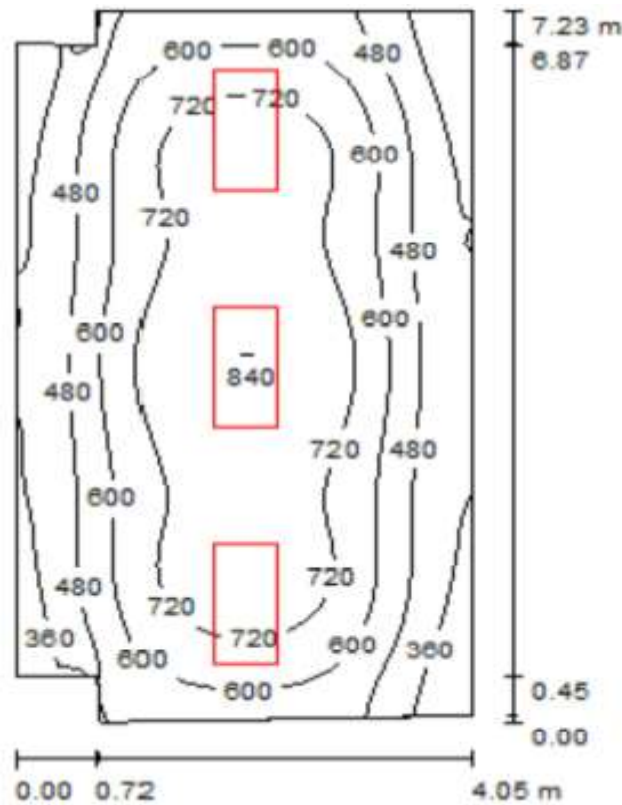


Figura 48: Curva isolux de la Enfermería

- Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80
- Iluminancia: Según la normativa la sala de enfermería precisa 500 lux en el plano útil.

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	591	272	845	0.460
Suelo	30	519	334	624	0.645
Techo	70	152	110	195	0.719
Paredes (8)	70	234	107	544	/

Tabla 7: datos de Iluminancia.

- Plano útil:
- Altura: 0.750 m
- Trama: 64 x 64 Puntos
- Zona marginal: 0.000 m

- VEEI: la norma que regula es BD-HE3, y en este caso la enfermería pertenece la Zona 1 “Zonas de no representación” el VEEI máximo es 3,5 W/m²/100 lx.

Valor de eficiencia energética: 11.33 W/m² = 1.92 W/m²/100 lx (Base: 28.60 m²)

- UGR: El índice de deslumbramiento Unificado de la CIE 117 lo regula la norma IEC 60050- 845. En este caso el UGR máximo permitido es de 19.

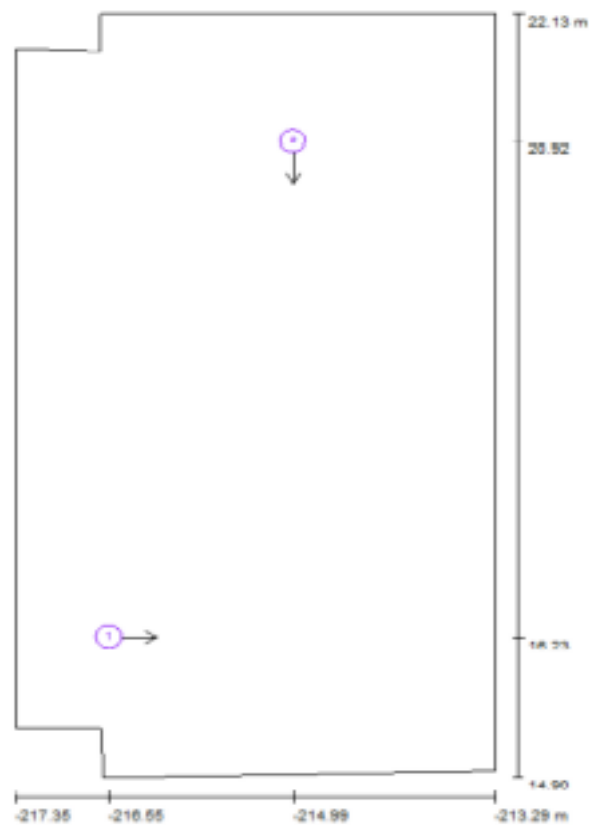


Figura 49: Observadores UGR.

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	-216.552	16.235	1.200	0.0	17
2	Punto de cálculo UGR 2	-214.991	20.923	1.200	-90.0	14

Tabla 8: Datos de UGR de la Enfermería.

- Luminarias utilizadas

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	SCREENLUZ S0213106336 SSU 336 SP6 (1.000)	6755	10050	108.0
Total:			20264	30150	324.0

Tabla 9: lista de las luminarias

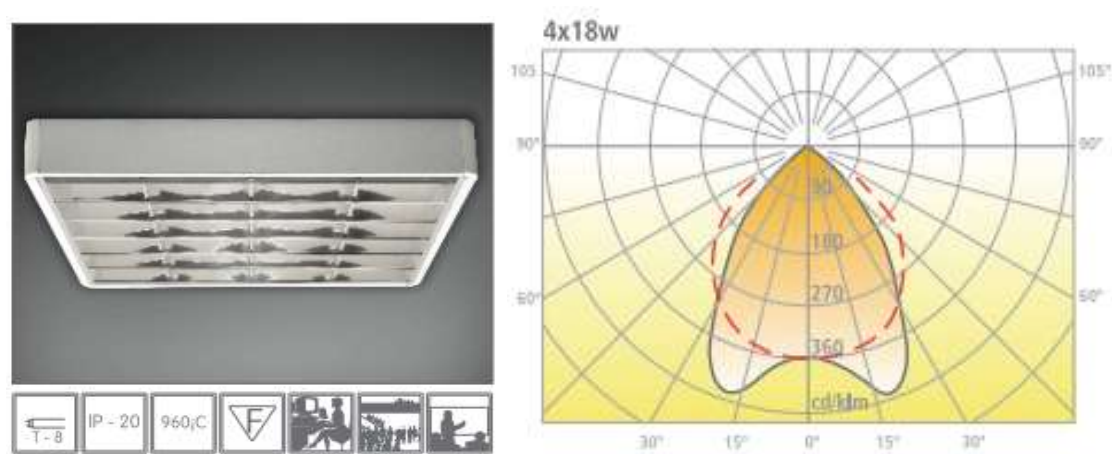


Figura 50: luminaria y su curva fotométrica.

➤ **SALA DE ATENCIÓN MEDICA**

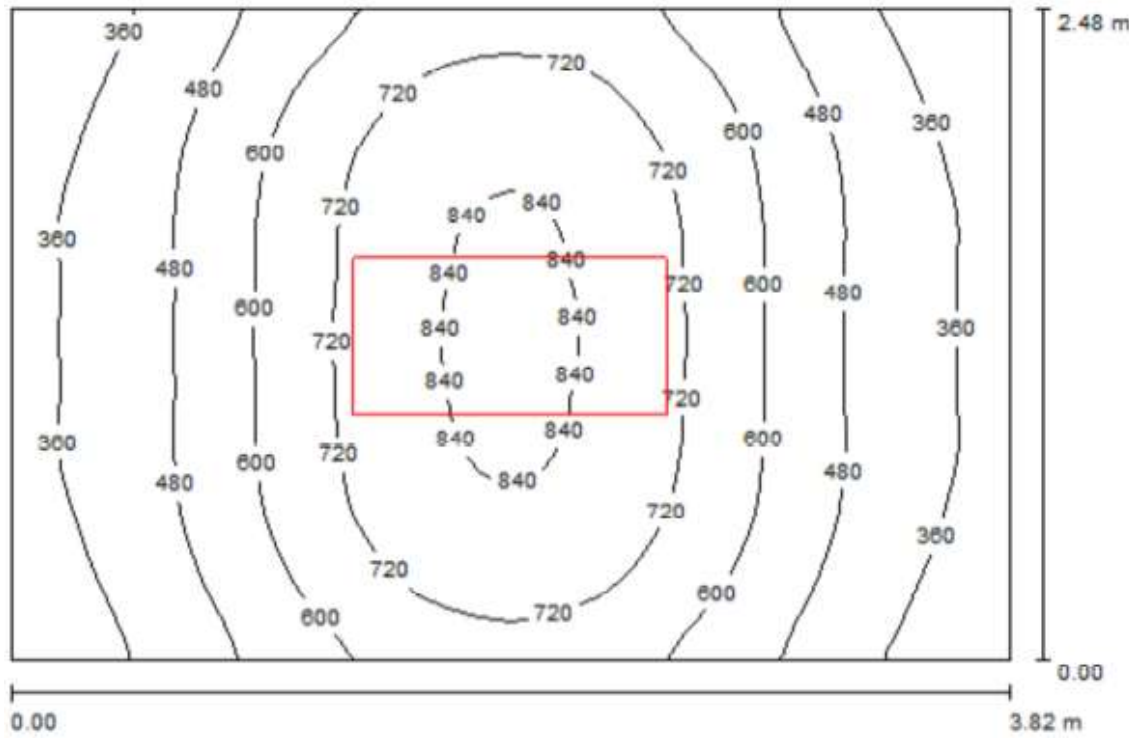


Figura 10: Curva isolux de la sala de atención medica.

- Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80
- Iluminancia: Según la normativa la sala de enfermería precisa 500 lux en el plano útil.
- 

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	575	274	870	0.476
Suelo	20	406	291	504	0.716
Techo	70	89	62	109	0.690
Paredes (4)	50	221	62	540	/

Tabla 51: datos de Iluminancia.

- Plano útil

- Altura: 0.850 m
- Trama: 32 x 32 Puntos
- Zona marginal: 0.000 m
  
- VEEI: la norma que regula es BD-HE3, y en este caso pertenece la Zona 1 “Zonas de no representación” el VEEI máximo es 3,5 W/m²/100 lx.

Valor de eficiencia energética: 15.17 W/m² = 2.64 W/m²/100 lx (Base: 9.49 m²)

- UGR: El índice de deslumbramiento Unificado de la CIE 117 lo regula la norma IEC 60050- 845. En este caso el UGR máximo permitido es de 16.

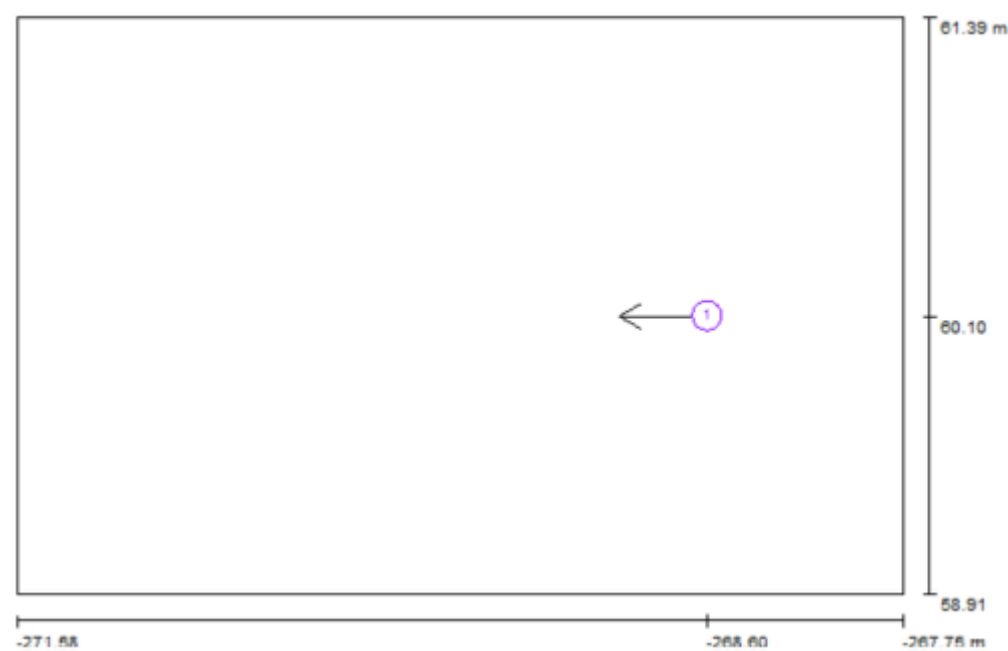


Figura 52: Observadores UGR.

Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	-268.600	60.100	1.000	180.0	16

Tabla 11: Datos de UGR de la sala de atención médica.

- Luminarias utilizadas

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	SCREENLUZ S0101124436 SPV 436 SP6 (1.000)	9082	13400	144.0
Total:			9082	13400	144.0

Tabla 12: lista de las luminarias

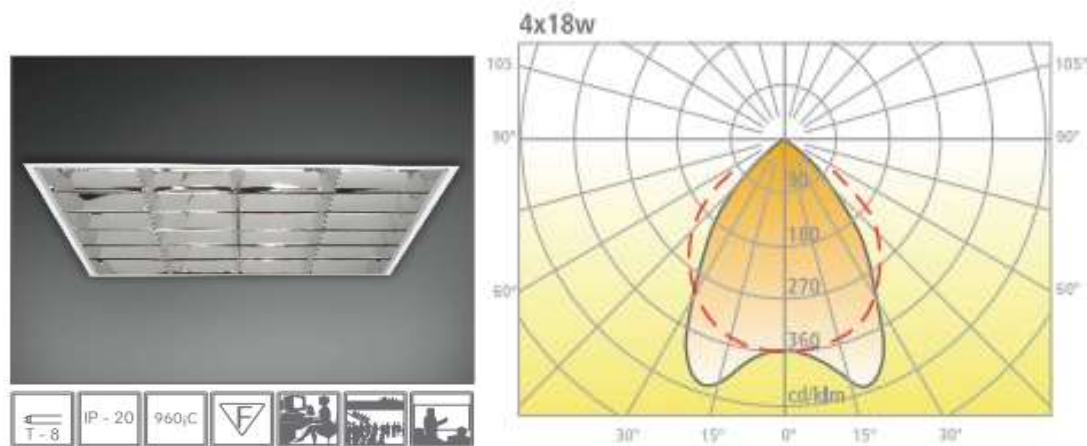


Figura 53: luminaria y su curva fotométrica.

El cálculo luminotécnico se ha realizado mediante un programa informático sofisticado, que permite obtener todo tipo de parámetros de una forma muy sencilla. El funcionamiento de dicho programa no es complejo, primero se diseña el recinto o local y después se calcula los parámetros, dispone de muchas herramientas, por ejemplo de la importar archivos Autocad y la herramienta 3D.

#### 4.4 CALCULO DE PAT DE CT.

Para el diseño de un sistema eficaz de puesta a tierra para el centro de transformación, se aplica el método definido por UNESA. Dicho método proporciona un sistema de cálculo para proyectar la instalación de puesta a tierra para centros de transformación de la tercera categoría, también el cálculo de las tensiones de paso y contacto y la resistencia de puesta a tierra que el electrodo seleccionado puede proporcionar.

Procedimiento de cálculo.

- 1) Investigación de las características del terreno.

Dependiendo en qué tipo de terreno donde se instala el centro de transformación tendremos valores distintos de la resistividad del terreno, entes caso es:

$$\rho = 240 \, \Omega m$$

$$\rho' = 3000 \, \Omega m$$

Donde:

- $\rho$ : Resistividad del terreno.
- $\rho'$ : Resistividad del hormigón

- 2) Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

Datos:

- $U_{BT} = 6kV$
- $U_L = 15kV$
- $R_n = 0 \, \Omega$
- $X_n = 30 \, \Omega$
- $t = 1,2 \, s \{ K=78,5; n = 0,18 \}$

Calculo de la corriente máxima admisible ( $I_d$ ) y la resistencia de puesta a tierra ( $R_t$ ).

$$I_d * R_t \leq U_{BT}$$

$$I_d = \frac{U_L}{\sqrt{3} * \sqrt{R_t^2 + X_n^2}}$$



$$I_d * R_t \leq 6000$$

$$I_d = \frac{15000}{\sqrt{3} * \sqrt{R_t^2 + 30^2}}$$

Resolviendo el sistema:  $I_d = 208,82 \text{ A}$  y  $R_t = 28,82 \Omega$ .

Una vez obtenido el valor de la corriente máxima admisible, hallamos el valor  $K_r$  (Resistencia de puesta a tierra [ $\Omega/\Omega\text{m}$ ]).

$$K_r = \frac{R_t}{I_d}$$

$$K_r = \frac{28,82}{240} = 0,12 \Omega/\Omega\text{m}$$

Una vez obtenido el valor de  $K_r$ , se selecciona el tipo del electrodo en la tabla, cogiendo un valor de  $K_r$  menor que el obtenido. La configuración elegida es 50-30/8/84.

Donde:

- $K_r = 0,062 \Omega/\Omega\text{m}$  (Resistencia de puesta a tierra).
- $K_p = 0,0062 \text{ V}/(\Omega\text{m})(\text{A})$  (tensión de paso máxima).
- $K_c = 0,0232 \text{ V}/(\Omega\text{m})(\text{A})$  (tensión de contacto exterior máxima).

### 3) Cálculos

- Resistencia a tierra.

$$R_t = K_r * \rho$$

$$R_t = 0,062 * 240 = 14,88 \Omega$$

- Intensidad de defecto.

Datos:

- 2km de línea aérea (Capacidad  $0,006\mu\text{F}$ ).
- 8km de cable subterráneo (Capacidad  $0,25\mu\text{F}$ ).

Con estos datos calculamos la capacidad de la línea.

$$C = 0,006 * 2 + 0,25 * 8 = 2,014 \mu F$$

$$X_c = \frac{1}{3\omega C}$$

$$X_c = \frac{1}{3 * 2\pi * 50 * 2,014 \mu F} = 526,82$$

$$I_d = \frac{U_L}{\sqrt{3} * \sqrt{R_t^2 + (X_n + X_c)^2}} = 15,54 \text{ A}$$

- Tensión de paso al exterior.

$$V_{Pmax} = K_p * \rho * I_d$$

$$V_{Pmax} = 0,0096 * 240 * 15,54 = 35,80 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{Cmax} = K_c * \rho * I_d$$

$$V_{Cmax} = 0,0232 * 240 * 15,53 = 86,5 \text{ V}$$

$$V_d = R_t * I_d$$

$$V_d = 14,88 * 15,54 = 231,23 \text{ V}$$

- Comprobación de las tensiones

$$V_{Padm} = \frac{10k}{t^n} \left( 1 + \frac{6\rho}{1000} \right)$$

$$V_{Padm} = \frac{10 * 78,5}{1,2^{0,18}} \left( 1 + \frac{6 * 240}{1000} \right) = 1853,56 \text{ V}$$

$$V_{Cadm} = \frac{k}{t^n} \left( 1 + \frac{1,5\rho}{1000} \right)$$

$$V_{Cadm} = \frac{78,5}{1,2^{0,18}} \left( 1 + \frac{1,5 * 240}{1000} \right) = 103,31 \text{ V}$$

$$V_{Pacc} = \frac{10k}{t^n} \left( 1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000} \right)$$

$$V_{Pacc} = \frac{10 * 78,5}{1,2^{0,18}} \left( 1 + \frac{3 * 240 + 3 * 3000}{1000} \right) = 8143 \text{ V}$$

Se debe comprobar que se cumplen las siguientes condiciones:

- $V_{Cmax} < V_{Cadm}$  Se cumple.
- $V_{Pmax} < V_{Padm}$  Se cumple.
- $V_d < U_{BT}$  Se cumple.
- $V_d < 1kV$  ; no se necesita separa tierras.

Las condiciones se cumplen, por lo tanto la configuración seleccionada 50-30/8/84, es válida para la puesta de tierra del CT.

La configuración seleccionada 50-30/8/84 significa que el electrodo está compuesto por un bucle rectangular de dimensione 5x3 m, con un conductor de cobre desnudo de 80 mm<sup>2</sup>, enterrado a una profundidad de 0,8 m y con ocho picas de 2 m de longitud cada una.

## **5. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA INSTALACION DE ELECTRICIDAD**

### **5.1. GNERALIDADES**

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General del Edificio, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

#### **5.1.1. Ámbito de aplicación**

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

#### **5.1.2. Alcance de los trabajos**

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conlleven esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y funcionando.

#### 5.1.3. Planificación y Coordinación

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF. En esta sentido, la EI viene obligada al replanteo definitivo sobre planos de obra, de las canalizaciones con ubicación de cajas de registro, número y dimensiones de tubos o canales, número de conductores que cada uno de ellos aloja, así como cuantos detalles se consideran necesarios para coordinar esta instalación con las de otros servicios (climatización, fontanería, etc.); debiendo formar parte esta documentación de los planos “as built” indicados en el punto 1.9 de este Pliego de Condiciones.

#### 5.1.4. Modificaciones al Proyecto y cambio de materiales

En cumplimiento de la ITC-BT-04 apartado 5.1, la EI está obligada a notificar a la DF y EC, antes del comienzo de la obra, cualquier circunstancia por la que el Proyecto no se ajuste al R.E.B.T. cuando este sea el caso. De existir discrepancias que prevalecen en las interpretaciones, ambas partes someterán la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que éste resuelva en el más breve plazo de tiempo posible. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de contratar la obra, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada y su presentación se realice siguiendo los mismos criterios y símbolos de representación utilizados en éste. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las marcas de materiales indicadas en Mediciones solo son a título de definición de una determinada calidad, por lo que podrán ser sustituidas por el equivalente; bien entendiendo que es potestad de la EI presentar el equivalente, pero siempre su instalación estará supeditada a la aprobación previa como tal por la DF, y que de ser desestimada por la DF como equivalente no podrá ser instalada.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

#### 5.1.5. Vibraciones y ruidos

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

#### 5.1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para cables en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricación y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

#### 5.1.7. Pruebas y verificaciones previas a la entrega de las instalaciones

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas y siguiendo la metodología de la UNE-20.460-6-61. y las IEC 60439-1 y 60890.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas y verificaciones a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente, salvo que su enlace con la puesta a tierra general del edificio esté perfectamente justificada mediante el oportuno cálculo y en aplicación de las instrucciones reglamentarias MIE-RAT13 e ITC-BT-18 (punto 11).
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un DDR o ID, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro CS, midiendo los usos de alumbrado aparte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V en corriente continua.
- Valor de la corriente de fuga de la instalación con todos los aparatos de alumbrado conectados, para todos y cada uno de los conjuntos alimentados por un mismo DDR, así como para todos los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.

- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Cuando la protección contra contactos indirectos se realice mediante los disparadores de corto retardo de los dispositivos de Máxima Corriente (interruptores automáticos) se comprobará que el tarado de dichos disparadores está ajustado para una  $I_m$  inferior a la  $I_a$  calculada según ITC-BT-24 punto 4.1.1, en esquema TN-S.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a mas de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con



las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.

- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de enclavamientos y de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se medirá la resistencia de aislamiento de suelos y paredes del Centro de Transformación, siguiendo para ello el método del Anexo de la UNE 20-460-94/6-61.
- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrógeno, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

#### 5.1.8. Normativa de obligado cumplimiento

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- c) Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- d) Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- e) Reglamento de Seguridad contra Incendios de Establecimientos Industriales según RD.2267/2004.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Fomento, las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, así como las Autonómicas y Municipales de aplicación específicamente al proyecto.

#### 5.1.9. Documentación y Legalizaciones

En cumplimiento con el Artículo 19 del R.E.B.T., una vez realizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación, que constituirá un anexo al certificado de la instalación y que la EI entregará al titular de la misma. Esta documentación dispondrá de:

1. Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de todos los planos “as built” (planta y esquemas) de la Instalación, elaborados por la EI.
2. Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria Descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
3. Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.7.
4. Dos ejemplares con la Memoria de Funcionamiento y Mantenimiento de la instalación, donde se incluya también la cantidad recomendada de almacenamiento y características de los materiales necesarios para la buena conducción del edificio.
5. Dos ejemplares encarpetados con Información Técnica y recomendaciones de los fabricantes en el Mantenimiento así como Instrucciones de funcionamiento y montaje de Equipos y Aparamenta, en donde se incluya también todas las informaciones que el fabricante acompaña al material en las cajas que suponen su embalaje.
6. Dos ejemplares encarpetados con Manuales e Instrucciones de utilización de Equipos.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran en cumplimiento del Artículo 18 e ITC-BT-04 del R.E.B.T., para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, presentados en y expedidos por la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma correspondiente. Los costes de dichas legalizaciones (proyectos, tasas, etc.) serán por cuenta de la EI y formarán parte del contrato con la EC.

El Centro de Transformación será un proyecto completamente independiente del resto de las instalaciones de Baja Tensión, debiendo aportar la EI para ambos (A.T. y B.T.) los documentos siguientes:

- Autorización administrativa.
- Proyecto suscrito por técnico competente.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de Mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Suministradora.

Asimismo, la EI, para obtener el escrito de conformidad de la Compañía Suministradora, estará obligada a solicitar, mediante escrito firmado por la Propiedad y conocimiento de la EC, la Acometida definitiva, acompañando un plano de situación geográfica de la instalación, indicando:

- Tipo de acometida solicitada (aérea o subterránea, en punta o bucle, etc.) y tensión de suministro (Alta o Baja Tensión).
- Potencia de Plena Carga en kilowatios máximos disponibles para la instalación.
- Petición del importe de la acometida en el caso de que la realizase la Compañía, y derechos de acceso a la red de distribución.

En el caso de acometida en Media/Alta Tensión, además se solicitará de la Compañía Suministradora, y en cumplimiento del punto 4 de la MIE-RAT 19, información sobre:

- Tensión nominal de la red.
- Nivel de aislamiento.
- Intensidad máxima de defecto a tierra previsible en el punto de la acometida.
- Tiempo máximo de apertura del interruptor automático en caso de defecto.
- Potencia de cortocircuito de la instalación en el punto de acometida.
- Características del equipo de medida y forma de instalación.

Con los datos obtenidos, la EI elaborará el Proyecto definitivo del Centro de Transformación y entregará una copia del mismo a la Compañía Suministradora, cuya aprobación constituirá el mencionado escrito de conformidad. Posteriormente y mediante las copias oportunas de este proyecto, se gestionará la legalización de la instalación de Media/Alta Tensión en la Consejería de Industria de la correspondiente Comunidad Autónoma.

Las gestiones ante la Compañía Suministradora así como las que se derivan para cumplimiento de la ITC-BT-04 en sus apartados y puntos correspondientes, deberán ser realizadas con anterioridad al comienzo de la ejecución de la obra del proyecto.

## **5.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN**

### **5.2.1. Generalidades**

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV, correspondiendo concretamente con las categorías Segunda (de 31 a 66 kV) y Tercera (de 1 a 30 kV).

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y Código Técnico de la Edificación para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpo sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión; para ello todas las rejillas accesibles al personal externo del CT, deben disponer de lamas en “uve” con una altura mínima de lama de 4 centímetros y una profundidad de dos veces la altura de la lama, estando cada uve introducida en la inmediata superior, como mínimo, la mitad de la altura de la lama.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear podrán ser modulares o compactas equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de  $\varnothing$  y se pondrán a tierra utilizando para ello una sola puesta a tierra independiente a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T. y será realizada conforme a la UNE-EN 50179.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallazo de 30x30 cm. formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

El acabado final del suelo será en material aislante que permitirá sin deterioro la rodadura de los transformadores, y su resistencia de aislamiento debe ser igual o superior a 1 M $\Omega$ .

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

### 5.2.2. Centros de Transformación

#### 5.2.2.1. Envolvente metálica

##### *5.2.2.1.1.- Envolvente metálica hasta 36 KV*

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación, como aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con las normas:

- UNE-EN60298 en cuanto a Celdas.
- UNE-EN60265-1 en cuanto a Interruptor de corte en carga.
- UNE-EN60420 en cuanto a Interruptor con Fusibles.
- UNE-EN60129 en cuanto a Seccionador de puesta a tierra.
- UNE-ENG2271-100 en cuanto a Fusibles.
- UNE-EN21339 en cuanto al gas SF<sub>6</sub>
- UNE-20324 en cuanto al grado de protección IP.
- UNE-EN50102 en cuanto al grado de protección UK

Podrá ser **Sistema Modular** o **Sistema Compacto**. En el Modular cada celda (módulo) tendrá como destino una sola función, estando constituido cada módulo por una envolvente propia que debe ser enlazable con otros módulos o celdas mediante conectores de 630A. En el compacto cada módulo albergará más de una función, debiendo estar constituido por una envolvente propia que, como en el modular, tiene que ser enlazable con otro, sean estos modulares o compactos. No obstante las celdas o módulos instalados en los extremos del conjunto que componen el Centro de Maniobra y Protección en Alta Tensión, tendrán que disponer de obturadores en sus conectores laterales y tapas en chapa pintada del mismo color del conjunto fijada a dichos laterales extremos; o bien estos módulos extremos podrán ser elegidos, dentro del fabricado normal, para que no sean extensibles en su costado correspondientes dentro del conjunto.

Tanto el sistema modular como el compacto serán con aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, constituida cada envolvente o módulo por una cuba llena de gas SF<sub>6</sub> en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y los embarrados.

Para la descripción y definición de cada celda se distingue para ellas los siguientes componentes:

- a) Aparellaje de maniobra
- b) Juego de barras
- c) Conectores para cables
- d) Elementos de mando
- e) Elementos de control

#### **a) Aparellaje de maniobra**

Irà instalado dentro de la cuba rellena de gas SF<sub>6</sub> sellada por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF<sub>6</sub>, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

#### **b) Juego de barras**

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza allen con par de apriete igual o superior de 2,8 m x kg según cálculos, diseñado para soportar como mínimo una carga en kg/cm<sup>2</sup> que, de conformidad con la MIE-RAT 05 punto 5.1, viene determinada por la expresión:

$$\text{Carga Máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{60 \times d \times W} \leq 1200$$

Considerando 1200 como la carga al límite a fatiga del cobre “duro” en kg/cm<sup>2</sup> y siendo:

W	Módulo resistente de la sección de la pletina de fase dada en cm <sup>3</sup>
I <sub>cc</sub>	Corriente de cortocircuito dada en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado dada en cm
D	Distancia entre ejes de pletinas dada en cm

### c) Conectores para cables

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

### d) Elementos de mando

De forma generalizada las celdas de maniobra dispondrán de mandos para el interruptor y para el seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Todos estos elementos deberán ser accesibles en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

### e) Elementos de control

Para el caso de mandos motorizados, dentro de estos elementos se indicarán bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, los elementos de control serán accesibles en tensión.

Todas las envolventes deben ser herméticas, pudiendo trabajar cubiertas totalmente de agua durante un tiempo igual o superior a 24 horas. Asimismo las características ambientales del lugar donde vayan instaladas deben disponer de una temperatura



comprendida entre  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una altura máxima sobre el nivel del mar de 1000 metros.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.

#### *5.2.2.1.2.- Envolvente metálica para 52 KV*

A diferencia de las anteriores, estas celdas sólo serán modulares ocupando cada una de ellas una sola función dentro del conjunto que constituye el Centro de Maniobra y Protección, debiendo de cumplir con las normas UNE-EN60694, UNE-EN60298, UNE-EN60056 y UNE-EN60129.

Su instalación será para unas condiciones ambientales de temperatura comprendida entre  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , no siendo superior a  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$  la media durante un período de 24 horas, y la altitud máxima sobre el nivel del mar no superará los 1000 metros.

En cada una de las celdas se distinguirán los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de barras y seccionamiento, inundado de gas SF<sub>6</sub>

- b) Compartimento de interruptor inundado de gas SF<sub>6</sub>
- c) Compartimento de cables de potencia
- d) Compartimento de control y mando en B.T.

#### 5.2.2.2. Aparellaje

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

▪ Tensiones asignadas	24 kV	36 kV	52 kV
▪ Nivel de aislamiento asignado: A frecuencia industrial de 50Hz, durante 1 min.	52 kV	70 kV	95 kV
▪ Impulso tipo rayo	125 kV	170 kV	250 kV
▪ Intensidad admisible de corta duración	16 kA	31,5 kA	25 kA
▪ Valor de cresta de la intensidad admisible	40 kA	80 kA	63 kA

#### a) **Interruptores- seccionadores**

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

#### b) **Interruptor automático**

Será en SF<sub>6</sub>, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

#### c) **Cortacircuitos fusibles**

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

#### d) **Puesta a tierra**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25×5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en A.T.

#### e) **Equipos de medida**

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así

como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc, se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

#### **f) Transformadores de Potencia**

Podrán ser encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire, o bien en baño de aceite o silicona con refrigeración natural por aire. La instalación de uno u otro tipo de transformador, se ajustará a lo especificado en Mediciones.

De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, grifo de vaciado y orificio de llenado para los encubados, (estos también llevarán funda para alojar un termómetro), tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encubados serán herméticos, de llenado integral con cuba elástica construida en chapa de acero. Las paredes laterales de la cuba estarán formadas por aletas deformables elásticamente para adaptar su volumen a las dilataciones del líquido aislante y evitar sobrepresiones. Su construcción será conforme a normas UNE-21.428-1, y UNE-EN60.076.

Para estos transformadores se preverá un depósito y canalizaciones de recogida (al mismo desde sus celdas) del líquido aislante; tanto las canalizaciones como el depósito,

se construirán enterrados en el Centro de Transformación. La capacidad del depósito será, como mínimo, la necesaria para recoger todo el líquido del transformador de mayor volumen instalado. Cuando el líquido sea aceite, se preverá una instalación de detección y extinción automática de incendios de conformidad y en cumplimiento de la MIE-RAT 14 (punto 4.1-b.2).

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles. Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según EN-60.726, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076.

El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600 kVA.

Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración. Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de aluminio.

Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados, y de temperatura y presión del líquido aislante con detección de gases, en los encubados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal. Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadores serán (de no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto), en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor, rematadas sus cantoneras con perfiles de hierro en U-100. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de  $500+A$ , siendo  $A$  = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de  $200 \times 300$  mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.

Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en UPN-100 o UPN-120 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acunamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los terminales de A.T. y masas sean como mínimo de 100 mm + 6 mm por kV o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Cuando los transformadores sean encubados, el suelo de la celda dispondrá de pendientes y sumidero con canalización de Ø 80 mm, hasta el pozo de recogida de líquidos aislantes (aceites o siliconas). En el sumidero, cuando el líquido sea inflamable, se dispondrá de una cesta de malla metálica, recubriéndose el lecho de la celda con cantos rodados para dificultar el paso del aire al sistema de drenaje y conseguir extinguir la llama en caso de incendio.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados en apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1 kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y también de la utilizada para herrajes.

Todos los transformadores se suministrarán con dos placas de características. Una irá fijada en el propio transformador, y la otra en la puerta de acceso a la celda que ocupa dicho transformador, de tal forma que sea visible sin necesidad de entrar a dicha celda para leerla.

#### 5.2.2.3.- Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

#### 5.2.2.4.- Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al afecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Regulación de las protecciones de fase y homopolares.
- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Resistencia eléctrica del suelo.
- Tensiones de paso y de contacto.
- Prueba y funcionamiento de enclavamientos eléctricos y mecánicos establecidos.

#### 5.2.2.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

##### **a) Prevenciones Generales**

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo, excepto que sea nebulizada.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.
8. Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, se establecerá enclavamiento eléctrico entre las protecciones de Alta Tensión y Baja Tensión de cada uno de ellos; de tal forma que al abrir el

interruptor de protección propio de A.T. se dé ocasión a que automáticamente abra su correspondiente en B.T.

9. Existirá enclavamiento por cerradura-llave entre el interruptor de protección en A.T. del transformador de potencia y las puertas de acceso a la celda que aloja a dicho transformador.

#### **b) Puesta en Servicio**

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Cuando los transformadores de potencia estén o sea posible su acoplamiento en paralelo, antes de su conexión al CGBT, se comprobará que la tensión (en B.T.) de todos ellos en vacío tiene el mismo valor en voltios.
3. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### **c) Separación de Servicio**

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

#### **d) Prevenciones Especiales**

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
4. El tarado de relés de fase y homopolares estarán ajustados a las condiciones de la propia instalación, y no será modificado sin causa justificada; yendo siempre acompañado del previo cálculo por el que se cambian las condiciones de seguridad.

### 5.2.3. Cables de transporte de energía eléctrica (1–52 kV)

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- *Generalidades*, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) construidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre de campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

#### 5.2.3.1. Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser



utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir  $R_{\text{curvatura}} \geq 10 \times (D+d)$ , ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm<sup>2</sup> aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm<sup>2</sup> en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

#### 5.2.3.2. Cables aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR)

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el cable XLPE del apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros.

Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a  $D/2d = 2$ ;  $D/d = 4$ .

En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.

### 5.3. GRUPOS ELECTRÓGENOS

#### 5.3.1. Generalidades

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrónicos, tal como es este caso, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrónico. Los cerramientos interiores del local tendrán una resistencia al fuego RF-120 y cumplirán a estos efectos con lo especificado para zonas de riesgo especial medio en el Código Técnico de la Edificación.

El techo del local que alberga el GE deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Antes del suministro del grupo electrónico, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Electrónico (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de

control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV o kW.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia para el que se da en kVA la potencia del alternador.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en litros/CVxh o litros/kWxh.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

Las chimeneas destinadas a la evacuación de gases de escape, de no indicarse lo contrario en otras documentos del proyecto, serán conducidos a la cubierta del edificio con una sobrealtura de cinco metros con respecto al edificio de mayor altura en un círculo con cincuenta metros de radio.

### 5.3.2. Componentes

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

#### 5.3.2.1.- Motor Diesel

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá como mínimo de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

#### 5.3.2.2. Alternador

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz. Protección IP-22.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

#### 5.3.2.3. Acoplamiento y Bancada

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

#### 5.3.2.4. Cuadro de Protección, Arranque y Control

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

#### 5.3.2.5. Depósito de combustible

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

#### 5.3.2.6. Juego de herramientas

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc,

#### 5.3.2.7. Documentación y apoyo técnico

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

#### 5.3.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84.

#### 5.3.4. Pruebas reglamentarias en la puesta en servicio

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

##### 5.3.4.1. Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

1. Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
2. Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones .
3. Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro general de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro general de Red se procederá a la prueba 4).
4. Transferencia manual de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
5. Parada del GE.

##### 5.3.4.2. Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas:

- a) Fallo total del Suministro de Red.
- b) Fallo de algunas de las fases L1, L2 o L3.
- c) Bajada o subida de la tensión de Red fuera de los límites de % establecidos.
- d) Variación de la frecuencia de la tensión de Red fuera de los límites establecidos.
- e) Inversión de la secuencia de fases.

En este modo de funcionamiento se realizarán las siguientes pruebas:

1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las causas anteriores, así como que deberá estar comprendido entre 20 y 30 segundos.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga.

La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 segundos para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

#### 5.3.4.3. Funcionamiento Modo Pruebas

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de Funcionamiento Modo Manual en presencia de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de Funcionamiento Modo Automático en ausencia de Red. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a Modo Desconectado, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se deberá parar por sí solo.

Se examinará y verificará el estado de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:

- Conmutador Modos de Funcionamiento: MANUAL, AUTOMÁTICO, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
- Pulsadores de: ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN DE CARGAS A RED, CONEXIÓN DE CARGAS A GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO DE ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.
- Lámparas de señalización: PRESENCIA DE RED, PRESENCIA DE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
- Alarmas con identificación: FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.



#### 5.4. EQUIPOS SUMINISTRO ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (S.A.I.)

##### 5.4.1. Generalidades

Su función principal es asegurar la alimentación continuada de energía eléctrica estabilizada y filtrada, sin interrupción a cargas críticas, en las siguientes situaciones de la alimentación de entrada al equipo:

- Corte del suministro eléctrico normal.
- Sobretensiones o subtensiones momentáneas permanentes.
- Picos transitorios.
- Microcortes.

El suministro en salida, a semejanza del de entrada, será corriente alterna senoidal con la misma tensión nominal.

La función principal del S.A.I. deberá estar garantizada durante el tiempo de autonomía especificado en placa de características, mediante la energía almacenada en sus baterías. Así mismo, deberá evitar que ningún corte o variación en los parámetros de la red de entrada, pueda influir en la estabilidad y filtrado de la tensión de salida.

En su fabricación los materiales y componentes utilizados deberán ser nuevos y de suministro ordinario, no pudiendo haber sido utilizados anteriormente, excepto en los propios ensayos de su proceso de fabricación.

Todos los dispositivos electrónicos activos deberán ser sólidos, formando subconjuntos y módulos intercambiables que faciliten el stock y mantenimiento, asegurando al propio tiempo su elevada fiabilidad dentro de los parámetros de utilización.

Dada la importancia creciente de la protección del medio ambiente se deberán tener presentes todas las medidas ecológicas recomendadas, tanto en la construcción como en su concepción tecnológica, y así deberán estar fabricados con materiales reciclables sin PVC u otros plásticos que puedan dañar el entorno. Los embalajes igualmente deberán estar fabricados a partir de materiales reciclables de forma que preserven los recursos naturales.

Su tecnología deberá minimizar las repercusiones en la red, garantizar un factor de potencia equivalente a la unidad, reducir los costes de explotación por alto rendimiento y disminuir al máximo la generación de calor y ruido. Todo esto permitirá obtener la certificación ISO 9.001, de forma que puedan afrontarse con garantías las exigencias comunitarias en materia de protección medioambiental.

Deberán ser concebidos, probados y preparados según las más recientes normas IEC y CEE sobre este tipo de equipos.

Estarán diseñados para aguantar temperaturas ambientales entre 0°C y 40°C con una humedad relativa de hasta el 90% sin condensaciones. Su clase de protección será IP 205.

Para potencias iguales o superiores a 700 vatios, todos los SAIs dispondrán de By-pass estático por avería en el equipo, By-pass manual para mantenimiento y Filtro de Armónicos que disminuyan la reinyección de ellos a la red.

Cumplirán con las normas de seguridad IEC 950 y EN 50091-1-1, con compatibilidad electromagnética conforme a la EN 50091-2. clase A, y sus configuraciones serán según normas IEC 62040-3 y ENV 50091-3.

Todas las señalizaciones serán sobre pantalla de cristal líquido, disponiendo de ellas para:

- Modo funcionamiento.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Entrada.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Salida.
- Tensión e Intensidad de Batería.
- Tiempo real de autonomía.
- Alarma paro inminente.
- Alarma funcionamiento modo Batería.

Deberá disponer de contactos libres de tensión y salidas propias para señalización remota de:

- S.A.I. conectado.
- Funcionamiento modo By-pass, con alarma “acústica-luminosa”.
- Funcionamiento modo batería, con alarma “acústica-luminosa”.
- Baterías descargadas.
- Indicación del tiempo real de autonomía con la carga de ese momento.

Asimismo dispondrá de un módulo de comunicaciones (interface, ordenadores) RS 232 que permita la gestión externa del equipo y una tarjeta de conexión a red informática SNMP.

Hasta la potencia nominal de 700 VA, serán del tipo LINE INTERACTIVE VI con estabilizador de tensión (AVR) y módulo de comunicaciones RS 232 con el correspondiente software para comunicación, con Entrada/Salida: Monofásico/Monofásico. Para potencias superiores será ON-LINE de doble conversión, y conmutaciones automática por fallo intrínseco del equipo, y manual para mantenimiento; pudiendo ser su Entrada/Salida: Monofásica/Monofásica, y Trifásica/Monofásica.

Los S.A.I.s del tipo ON-LINE, no darán lugar a una “separación de circuitos” entre la corriente de entrada y la de salida actuando en “Modo Red Presente”, y cumplirán en todo con lo exigido por la ITC-BT-28 referente a fuentes propias centralizadas de energía para alimentación a Servicios de Seguridad pertenecientes a la categoría “SIN CORTE”.

El nivel máximo de ruido debido a un funcionamiento normal, incluida la ventilación forzada de que debe disponer el S.A.I., no superará los 56 dB a un metro de distancia.

El control de calidad estará asegurado mediante un programa con certificado expedido por AENOR u otra entidad internacional reconocida.

Todos los equipos y componentes suministrados deberán ser productos de catálogo y haber dado pruebas y referencias de un buen funcionamiento, no debiendo generar en la red de entrada (suministro normal) corrientes armónicas, además de bloquear la transmisión de las generadas en la carga. Con los S.A.I. se entregará la siguiente Documentación:

- Manual de Instalación.
- Manual de Utilización.
- Manual de Puesta en Marcha.
- Pruebas de reinyección de corrientes armónicas y factor de potencia en carga.

#### 5.4.2. Características generales

##### 5.4.2.1. Batería de acumuladores

Su capacidad en A/h, ó kWxh será conforme con las necesidades reales establecidas en Memoria y Mediciones. Los acumuladores a utilizar serán de Plomo-Calcio (Pb-Ca), estancos y sin mantenimiento, formada por monobloques de 6/12 V según DIN 40739 o DIN 40741. En caso de ser batería según DIN 40739 deberá estar equipada con tapones de recombinación de gases, con ausencia en 5 años de mantenimiento.

El diseño de la vida de las baterías, en condiciones normales de funcionamiento e instalación, deberá ser como mínimo hasta 10 años con capacidad restante, al menos, del 80%.

Su característica de carga será con compensación de la tensión en función de la temperatura, y el tiempo de carga no será inferior a 4 horas para el 90% de la carga. Irán instaladas en un armario metálico de color a elegir por la DF y según exigencias de la VDE 0510. Las tensiones nominales, de carga y flotación, serán las indicadas en Memoria y Mediciones. Dispondrán de protecciones contra sobrecargas y

cortocircuitos, así como de test automático programable y software de gestión y alarma de baterías.

#### 5.4.2.2. Entrada del equipo

Será para conexión a un suministro normal de  $3 \times 400$  V o de 231 V, con una tolerancia del  $\pm 15\%$  en el funcionamiento normal y del  $\pm 10\%$  en el By-Pass, para una frecuencia nominal de 50 Hz  $\pm 6\%$  y velocidad de sincronismo 1 Hz/s con sincronismo de adaptación.

La forma de onda de entrada deberá ser senoidal y la distorsión armónica que el S.A.I. dé lugar en ella no superará al 8% en corriente, y al 5% en tensión (THD); ambos en valores RMS para cualquier condición y régimen de carga.

Su inmunidad electromagnética será conforme a las normas VDE 0160 y EN 50082-1.

Dispondrá de alarmas para indicar "fuera de límites" de tensión o frecuencia.

#### 5.4.2.3. Salida del equipo

La potencia de carga máxima en kilovatios será la indicada en Memoria y Mediciones para una tensión de  $3 \times 400$  V o de 231 V según sean trifásicos o monofásicos, permitiendo una sobrecarga del 200% durante siete segundos y del 150% durante un minuto.

La tensión de salida estará regulada en un  $\pm 1\%$  con carga estática simétrica, en un  $\pm 3\%$  con carga estática asimétrica, y un  $\pm 5\%$  con carga dinámica de 0 a 100%.

La distorsión armónica no superará los límites del  $\pm 3\%$  para carga lineal, y del  $\pm 5\%$  para la no lineal, tanto en tensión como en intensidad, y siempre en valores RMS.

La frecuencia será de  $\pm 50$  Hz estando sincronizada con la red de entrada, y su valor no superará los límites del 0,1% con la red ausente (modo batería).

Permitirán el acoplamiento en paralelo hasta de 6 unidades; con el fin de poder satisfacer futuras ampliaciones de demandas crecientes de la carga, así como de necesidades para soluciones de redundancia, superredundancia y redundancia  $n+1$ .

Dispondrán de alarmas para acusar las sobrecargas y tensión fuera de límites, así como señalización permanente (estando en modo batería) del tiempo de autonomía disponible del suministro al régimen de consumo que está proporcionando.

#### 5.4.3. Tipo de SAIs y características particulares

5.4.3.1. SAI monofásico hasta 700 vatios

Topología:	line – interactivo/ VI
Autonomía:	20 minutos con una carga de dos PCs
Número de salidas:	2×IEC320C13
Interfaz de comunicaciones:	integrable, Multisistema, RS 232
Puertos telefonía:	2×RJ-11
Temperatura ambiente:	25° C ± 10°C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad según ISO 9000-9002; Seguridad según EN55022; Radiofonía e Inmunidad según EN50091-2, FCC CIB P-15 S-J, ANSI C62.41 (IEEE587)A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Rendimiento 100% carga:	> 98%
Ruido acústico:	< 40 dB (A)
Tensión de entrada:	231 V c.a.
Tolerancia de tensión:	Paso a baterías con Subtensión de 165 V Sobre tensión 270 V
Frecuencia de entrada:	50 Hz ± 5%
Factor de potencia de entrada:	> 0,99 (al 100% de carga)
Tensión nominal de continua:	12 ó 24 V
Vida media de baterías:	mínimo 5 años
Tiempo de recarga de baterías:	mínimo 2 horas y máximo 10 horas para el 90% de capacidad
Tensión de salida:	231 V c.a. ± 5% (± 2% en baterías)
Frecuencia de salida:	sincronizada 50 Hz (± 0,1 %)
Potencia de salida:	550 VA (mínimo)
Factor de potencia de la carga:	desde 0,5 capacitivo hasta 0,5 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	120 % durante 1 minuto
Factor de cresta de la carga:	3:1

5.4.3.2.- S.A.I. monofásico entre 700 y 4.000 vatios

Topología:	on-line doble conversión VFI
Autonomía:	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento:	automático, con control manual y comprobación automática de baterías
Autodiagnóstico:	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Interfaz de comunicaciones:	RS232 (DB9) integrado

Interfaz usuario:	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red:	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP:	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente:	de 0° C a 40° C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico:	< 40 dB (A)
Tiempo transferencia:	Nulo
Tensión de entrada:	231 V c.a.
Tolerancia de tensión:	Subtensión de 170V y sobretensión de 276V sin paso a baterías.
Frecuencia de entrada:	50 Hz $\pm$ 5%
Protección sobretensiones:	según EN50082 y conforme IEC801-4
Eliminación EMI:	según EN55022, CISPR 22B
Baterías:	herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías:	mínimo de 4 horas y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías:	mínimo: 5 años
Tensión de salida:	231 V c.a. $\pm$ 1,5%
Frecuencia de salida:	Sincronizada, 50 Hz $\pm$ 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga:	Desde el 0,5 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	150 % durante 4 segundos
Factor de cresta de la carga:	3:1

#### 5.4.3.3. S.A.I. monofásico y trifásicos entre 4.000 y 30.000 vatios

Topología:	On-line doble conversión acoplable en paralelo
Autonomía:	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
Funcionamiento:	automático, con control manual de módulos. Comprobación automática de batería, by-pass y silencio de alarmas
Autodiagnóstico:	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
Paso a By-Pass:	automático, por sobrecarga o fallo S.A.I.
Interfaz de comunicaciones:	Dos salidas RS 232 integradas (una para comunicación con PC y otra para sinóptico remoto)

Interfaz usuario:	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
Interfaz red:	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
Interfaz SNMP:	mínimo adaptador SNMP
Temperatura ambiente:	De 0° C a 40° C
Humedad relativa:	< 95% sin condensación
Normas de diseño y fabricación:	Calidad: según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
Ruido acústico:	< 56 dB (A)
Rendimiento al 100% de carga:	≥ 91%.
Tiempo transferencia:	Nulo
Tensión de entrada:	231 V c.a. o 400 V c.a.
Tolerancia de tensión:	± 15%
Frecuencia de entrada:	50 Hz ± 5%
Protección sobretensiones:	Según EN50082-1 y conforme IEC801-4/5
Eliminación EMI:	Según EN55022, CISPR 22B
Baterías:	Herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
Tiempo de recarga de baterías:	Mínimo de 4 y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
Vida media de baterías:	Mínimo: 5 años
Tensión de salida:	231 ±1% / 400 ±1%
Frecuencia de salida:	Sincronizada, 50 Hz ± 0,01% (batería)
Factor de potencia de la carga:	Desde el 0,6 hasta el 1 inductivo
Capacidad de sobrecarga:	150 % durante 1 minuto y 200 % durante 7 segundos
Factor de cresta de la carga:	3:1

#### 5.4.4. Características de los locales destinados a alojar los SAIs

A todos los efectos estos locales cumplirán con las condiciones establecidas para aquellos afectos a un Servicio Eléctrico según la ITC-BT-30 apartado 8, debiendo disponer de una ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

## 5.5. CUADROS DE BAJA TENSIÓN

### 5.5.1. Generalidades

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1.000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, dispondrán de cerramientos de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

El techo del local que alberga el CT deberá estar impermeabilizado, no permitiéndose el paso por él de tuberías con líquidos y gases.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos definitivos para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo



a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 e IEC-60439 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

El suministro de todos y cada uno de los cuadros eléctricos llevará anejo un libro de especificaciones con las características técnicas del material que contiene y de las pruebas con resultados obtenidos referentes a:

- Esfuerzos electrodinámicos.
- Rigidez dieléctrica.
- Disipación térmica.
- Grado de protección frente a los agentes externos.
- Funcionamiento de enclavamientos.
- Funcionamiento de protecciones y valores ajustados.
- Verificación de la resistencia de aislamiento total del cuadro.

Todo ello realizado conforme a la norma UNE-EN-60439.1

### 5.5.2. Componentes

#### 5.5.2.1. Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados con dimensiones mínimas de 2.000×800×400 mm y máximas de 2.100×1.200×1.000 mm provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, disponiendo también de puertas traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de

protección IP 307 como mínimo. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

Las envolventes para Cuadros Generales de Distribución (CGD), serán en su construcción, semejantes a las descritas anteriormente, si bien en este caso las dimensiones de los paneles serán como máximo de 2.000×1.000×500 mm, disponiendo de doble puerta frontal, la primera ciega o transparente (según mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad; la segunda atornillada y troquelada para acceso de mandos y elementos de control. Su grado de protección será IP 307 como mínimo.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA.

#### 5.5.2.2. Aparamenta

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.
- Limitará la sollicitación térmica generada en el cortocircuito máximo a valores inferiores a los admisibles por el cable que protege.

Una vez elegidos los interruptores automáticos de máxima corriente y sus bloques de relés de corto y largo retardo bajo la condición de que un disparo frente a cortocircuitos sea selectivo con respecto a los previstos aguas arriba y aguas abajo de los mismos, las regulaciones necesarias a realizar de corto retardo ( $I_m$ ) y de largo retardo ( $I_r$ ) deberán seguir manteniendo dicha selectividad en el disparo; para ello los valores relativos ajustados entre los diferentes escalones sucesivos de protección deberán ser iguales o superiores a los de las siguientes tablas; salvo que el fabricante de la aparamenta garantice y certifique otros más convenientes:

- Tabla I para circuitos de distribución no destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)	SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)	TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS)	CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS)
$I_{r1} \geq 80$ $I_{m1} \geq$	$I_{r2} \geq 50$ $I_{m2} \geq$	$I_{r3} = 20$ $I_{m3} = 80$	-----   -----

A	205 A	A	128 A	A	A		
$I_{r1} \geq 100$ A	$I_{m1} \geq 256$ A	$I_{r2} \geq 63$ A	$I_{m2} \geq 160$ A	$I_{r3} = 25$ A	$I_{m3} = 100$ A	-----	-----
$I_{r1} \geq 160$ A	$I_{m1} \geq 409$ A	$I_{r2} \geq 100$ A	$I_{m2} \geq 256$ A	$I_{r3} = 40$ A	$I_{m3} = 160$ A	$I_{r4} = 10/16$ A	$I_{m4} = 40/64$ A
$I_{r1} \geq 200$ A	$I_{m1} \geq 512$ A	$I_{r2} \geq 125$ A	$I_{m2} \geq 320$ A	$I_{r3} = 50$ A	$I_{m3} = 200$ A	$I_{r4} = 20$ A	$I_{m4} = 80$ A
$I_{r1} \geq 250$ A	$I_{m1} \geq 644$ A	$I_{r2} \geq 160$ A	$I_{m2} \geq 403$ A	$I_{r3} = 63$ A	$I_{m3} = 252$ A	$I_{r4} = 25$ A	$I_{m4} = 100$ A

- Tabla II para circuitos de distribución destinados a motores

PRIMER ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		SEGUNDO ESCALÓN (RELÉS REGULABLES)		TERCER ESCALÓN (RELÉS FIJOS)		CUARTO ESCALÓN (RELÉS FIJOS)	
$I_{r1} \geq 144$ A	$I_{m1} \geq 307$ A	$I_{r2} \geq 48$ A	$I_{m2} \geq 192$ A	$I_{r3} = 16$ A	$I_{m3} = 120$ A	-----	-----
$I_{r1} \geq 180$ A	$I_{m1} \geq 384$ A	$I_{r2} \geq 60$ A	$I_{m2} \geq 240$ A	$I_{r3} = 20$ A	$I_{m3} = 150$ A	-----	-----
$I_{r1} \geq 225$ A	$I_{m1} \geq 481$ A	$I_{r2} \geq 75$ A	$I_{m2} \geq 301$ A	$I_{r3} = 25$ A	$I_{m3} = 188$ A	-----	-----
$I_{r1} \geq 288$ A	$I_{m1} \geq 614$ A	$I_{r2} \geq 96$ A	$I_{m2} \geq 384$ A	$I_{r3} = 32$ A	$I_{m3} = 240$ A	-----	-----
$I_{r1} \geq 360$ A	$I_{m1} \geq 768$ A	$I_{r2} \geq 120$ A	$I_{m2} \geq 480$ A	$I_{r3} = 40$ A	$I_{m3} = 300$ A	-----	-----
$I_{r1} \geq 450$ A	$I_{m1} \geq 960$ A	$I_{r2} \geq 150$ A	$I_{m2} \geq 600$ A	$I_{r3} = 50$ A	$I_{m3} = 375$ A	-----	-----
$I_{r1} \geq 567$ A	$I_{m1} \geq 1.210$ A	$I_{r2} \geq 189$ A	$I_{m2} \geq 757$ A	$I_{r3} = 63$ A	$I_{m3} = 473$ A	-----	-----

El tiempo máximo de apertura del interruptor automático por acción de la corriente  $I_m$  regulada, debe ser igual o inferior a 0,4 segundos para la tensión del circuito de 230 V (ITC-BT-24, apartado 4.1.1 con esquema TN-S).

El tarado de protecciones de corto retardo ( $I_m$ ), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto ( $I_d$ ) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la  $I_d$  por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta

condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo ( $I_r$ ) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitudes térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones y en cumplimiento de la ITC-BT-19 punto 2.4, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y solicitudes térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Cuando se esté obligado a establecer SELECTIVIDAD CRONOMÉTRICA, en la regulación de tiempos de disparo se tendrá muy en cuenta que la solicitud térmica en el cortocircuito no supere la máxima admisible por el cable que se proteja. Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones.

En redes reticuladas o en anillo, como pueden considerarse las constituidas por transformadores o grupos electrógenos que alimentan en paralelo a un barraje común, se deberá tener en cuenta la Protección Direccional, a fin de que un cortocircuito en esta red “Seleccione” el interruptor que debe abrir para que el corte afecte a la mínima parte de la red a la que alimentan (SELECTIVIDAD DE ZONA DIRECCIONAL).

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S. No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

Como excepción se establecerá para Quirófanos, Camas de U.V.I., Salas Exploraciones Especiales, y en general en todas aquellas salas de intervención sanitaria donde se usen receptores invasivos eléctricamente, un sistema de protección de personas definido en el R.E.B.T. en la ITC-BT-38, apartado 2. El transformador utilizado para ello deberá ser en "baja inducción", y dispondrá de pantalla entre primario y secundario; podrá ser trifásico o monofásico, según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando sea trifásico su grupo de conexión será Yd11 con tensiones de  $400 \pm 3 \pm 5 \% V$  en primario y 231 V en secundario, siendo la corriente capacitiva máxima entre primario y secundario, en todos los casos (monofásicos y trifásicos) inferior a 80  $\mu A$  y su potencia no superará los 7,5 kVA. Cuando sea monofásico sus tensiones serán  $231 \pm 3 \pm 5 \% V$  en primario y 231 V en secundario. Como complemento se exigirá un Monitor Detector de Fugas con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminoso ajustable; además dispondrá de señalización verde "correcto funcionamiento" y pulsador de parada para la alarma acústica. Cuando el Monitor Detector de Fugas sea por resistencia, la corriente máxima de lectura en c.c. que aportará en el primer defecto no será superior a 150  $\mu A$ , ni la de fuga en c.a. superior a 20  $\mu A$ . Estos cuadros "Paneles de Aislamiento" (PA) dispondrán además de un sistema de barras colectoras para conductores de protección y equipotencialidad, así como disyuntores para protección de los circuitos de distribución.

El Monitor Detector de Fugas dispondrá, en todos los casos, de un Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor, o de un conjunto de monitores con indicación individualizada permitiendo al propio tiempo su Gestión Centralizada, para lo que deberá disponer de canal de comunicaciones además de capacidad de registro en memoria como archivo histórico. Con ello se conseguirá conocer y analizar datos en tiempo real.

El Transformador Separador será conforme a la UNE-20.615 y para unas intensidades iguales o inferiores a un 3% para la de vacío, y a 12 veces la intensidad nominal para la de pico en la conexión.

#### 5.5.2.3. Embarrados y Cableados

En los cuadros CGBT y CGD las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil o pintados en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar

concretamente especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a  $2500 \text{ kg/cm}^2$  (carga al límite elástico) para el cobre “duro”. Como cálculo reducido para el cobre “duro”, podrán utilizarse la siguientes expresiones:

- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga apoyada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 2500$$

donde:

w	Módulo resistente de la sección en $\text{cm}^3$
$I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga empotrada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 2500$$

donde:

w	Módulo resistente de la sección en $\text{cm}^3$
$I_{cc}$	Intensidad de cortocircuito en kA
L	Distancia entre soportes del embarrado en cm
d	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando el disparador de “corto retardo” disponga de regulación en tiempo, se comprobará que, para el tiempo ajustado, el barraje no se verá sometido a fatiga en el momento del cortocircuito. De estimarse que el número de pulsos que la temporización admite da ocasión a fatiga del material, la carga máxima admitida como máximo en las expresiones anteriores será  $1.200 \text{ kg/cm}^2$  para barrajes de cobre.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión simplificada por la que puede calcularse la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

$b$  = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.

$L$  = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ( $50 \times 2 = 100 \text{ Hz}$ ), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias  $\left(\frac{f}{50}\right)$  sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde (CP) y su sección no será inferior a  $60 \times 5 \text{ mm}$  en los CGBTs y de  $30 \times 5 \text{ mm}$  en los CGDs.

Todo el embarrado irá pintado con los colores indicados en la ITC-BT-19 punto 2.2.4, utilizando el Negro, el Marrón y el Gris para cada una de las Fases (L1, L2 y L3), y el Azul para el Neutro (N).

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores iguales o inferiores a 250 A. Siempre serán con cables flexibles RZ1-K-0,6/1 kV (AS), dimensionado para la



intensidad nominal del interruptor y provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. La distribución del cableado dentro del cuadro será en mazos de cables aislados, fijados a la estructura del mismo mediante bridas aislantes de Poliamida 6.6 sobre cama de este mismo material que impida el contacto directo de los conductores con la estructura metálica. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los mismos a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del conductor la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante, aislándose mediante material termotráctil con colores reglamentarios todas las derivaciones de las barras que sirven para la conexión a la Aparamenta.

La interconexión entre el interruptor general y los disyuntores de cabecera en los cuadros CSs, deberá ser realizada mediante el empleo de barras repartidoras tetrapolares modulares para una intensidad de 160 A, disponiendo las barras de separadores aislantes y envolvente del mismo material, que garanticen una tensión asignada impulsional de 8 kV y 16 kA de intensidad de cortocircuito, siendo conforme a la norma EN60947-1.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 25 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los cables de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro serán del tipo ES07Z1-K (AS), con sección mínima de  $6 \text{ mm}^2$ , provistos de terminales a presión para sus conexiones.

Los enlaces de reparto y salida correspondientes a disyuntores de 32, 40, 50 y 63 A se realizarán con cables RZ1-0,6/1Kv (AS) con sección mínima de  $16 \text{ mm}^2$ , provistos (como los anteriores) de terminales a presión para sus conexiones.

Cuando el cuadro esté preparado para que la Gestión Técnica Centralizada intervenga en él, todos los contactos libres de tensión (estados), así como los contactores incluidos para órdenes con este fin, serán cableados a bornas de salida mediante conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  del tipo ES07Z1-k (AS).

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

#### 5.5.2.4. Elementos accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Bornas de Salida.
- Rótulos.

- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

### 5.5.3. Paneles de Aislamiento

Estos paneles tienen como objeto el cumplimiento de la ITC-BT-38 apartado 3 para la protección contra contactos indirectos en todas aquellas salas en donde, desde el punto de vista eléctrico, un receptor penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo humano, bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal, es decir, aquellos receptores aplicados que por su utilización endocavitaria pudieran presentar riesgo de microchoque sobre el paciente, los cuales tiene que conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La construcción de estos Paneles de Aislamiento (PA) será conforme a la ITC-BT-38 apartado 2.1.3 y a la norma UNE-20.615, siendo su contenido el reflejado para cada uno de ellos en planos de esquemas de los mismos adjuntos al proyecto.

En el diseño y elección de materiales deben tenerse en cuenta que todas las protecciones eléctricas magnetotérmicas previstas en escalones sucesivos deben presentar Selectividad en el disparo frente a cortocircuitos. Esta conclusión se justificará mediante los cálculos oportunos.

Las características eléctricas de los elementos principales incluidos en ellos son:

1. *Transformador de Aislamiento.*- Será en baja inducción (igual o inferior a 8000 gauss) y dispondrá de pantalla entre primario y secundario. Su tensión de cortocircuito deberá ser igual o superior al 8%, y la corriente de fuga capacitiva de primario a secundario igual o inferior a 80 microamperios.
2. *Dispositivo de Vigilancia de Aislamientos.*- Será del tipo resistivo con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminosa ajustable. Además dispondrá de señalización verde “correcto funcionamiento” y pulsador de parada para la alarma acústica, siendo la máxima fuga en c.a.

inferior a 20 microamperios, y la de lectura en c.c. no superará los 150 microamperios, generados por una tensión inferior de 9 voltios. Asimismo dispondrá de salida para Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor o de un conjunto de monitores, con indicación individualizada, permitiendo al propio tiempo su gestión centralizada. Será también condición necesaria que disponga de enclavamientos de alarmas, de tal forma que una vez dada la alarma esta se mantenga aunque desaparezca la causa que la motivó; sólo podrán anularse las alarmas por personal especializado y autorizado para ello.

3. *Barras colectoras EE y PT.*- Estarán construidas mediante dos pletinas de cobre de 300 mm de longitud, 25 mm de altura y 5 mm de espesor, con taladros roscados, tornillo y arandela estriada para la conexión de conductores equipotenciales y de protección. Ambas pletinas irán fijadas al bastidor metálico del panel mediante soportes aislados.

## 5.6. CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN

### 5.6.1. Generalidades

Los cables aislados que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V y sección máxima de 300 mm<sup>2</sup>. De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos para redes de distribución Categoría A.

Los cables para instalación enterrada serán no propagadores del incendio y llama, y reducida emisión de halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio.

La naturaleza del conductor quedará determinada por **Al** cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Negro, Marrón y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde (ITC-BT-19 punto 2.2.4). Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las sollicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz. Cuando la acometida es en Baja Tensión las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% en alumbrado y 5% en fuerza.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19 con la aplicación de la UNE-20.460-5-523. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a  $1,5\text{mm}^2$ .

Por el tipo de aislamiento, en cuanto a las temperaturas máximas que pueden soportar los cables, éstos se han clasificado en dos tipos:

1. Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente  $70^{\circ}\text{C}$  y de  $160^{\circ}\text{C}$  en cortocircuitos con duración igual o inferior a 0,5 segundos.
2. Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente  $90^{\circ}\text{C}$  y de  $250^{\circ}\text{C}$  en cortocircuitos con duración igual o inferior a 5 segundos.

#### 5.6.2. Tipo de cables eléctricos y su instalación (ES07Z1-450/750V-AS)

##### 5.6.2.1. Cables Eléctricos para temperatura de servicio $70^{\circ}\text{C}$

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 211002, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268, 50.267 y 50.268, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad; su tensión asignada será 450/750 V y la de ensayo 2.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4, correspondiendo a la denominación ES07Z1 450/750V (AS).

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los cables se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los mismos y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo *Canalizaciones*. Referente a los canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos o flexibles. Cuando se utilicen flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Este tipo de cables serán asimilables en cuanto intensidad admisible a los definidos en el R.E.B.T. con la designación PVC. Por lo tanto, las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un conductor en cobre de este tipo de aislamiento será:  
 $I_{cc}^2 \times t = 13225 \times S^2$ .

#### 5.6.2.2. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS)

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268 y 50.267 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio y total ausencia de halógenos; su tensión asignada será 0,6/1 kV, y la de ensayo 3.500 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4 y correspondiendo a la denominación RZ1-0,6/1 kV (AS).

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CGDs, así como entre CGDs y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto, así como unipolares o multiconductores.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de *Canalizaciones*.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un conductor por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los conductores de tal manera que no queden partes del material conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del conductor aislado.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los conductores con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T para instalación en Galerías Ventiladas, o la ITC-BT-19, tabla 1 con aplicación de la UNE-20.460-5-523 referente a los coeficientes de corrección. En ambos casos asimilables a los cables definidos en el R.E.B.T. con la designación XLPE.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será  $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$  para conductor de cobre, e  $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$  para el aluminio.

#### 5.6.2.3. Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación enterrada(RV-0,6/1Kv)

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123, 50.265 y 50.267 referentes a sus características constructivas, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV y la de ensayo 3.500 V, correspondiendo a la denominación RV-0,6/1 kV.

Estos se enterrarán a una profundidad mínima de 70 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T. para aislamiento XLPE

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m e instalándose un solo circuito por tubo. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total  $0,7 \times 0,9 = 0,63$ ) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de  $5 \text{ kg/mm}^2$  de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado anterior.

#### 5.6.2.4. Cables Resistentes al Fuego para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS+)

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de *Cables Eléctricos* RZ1-0,6/1kV (AS) de este capítulo. Su denominación corresponde a RZ1-0,6/1 kV (AS+).



Cuando estos cables discurren por tramos verticales, de fijación se realizará por cada terna considerando como tal el conjunto de las tres fases (L1, L2 y L3) y del neutro, teniendo en cuenta que una línea o circuito puede disponer de una o de varias ternas. Los elementos de soporte y fijación en estos casos para los cables RZ1-0,6/1 kV (AS+), han de ser Resistentes al Fuego RF-180.

## 5.7. CANALIZACIONES

### 5.7.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar cables eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material aislante rígido.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material aislante rígido.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material aislante curvable en caliente.
- Tubos en material aislante flexible.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de material aislante pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en material aislante serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los cables en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de material aislante, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de material aislante flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de material aislante, los flexibles en material aislante con espiral de refuerzo interior en material aislante rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de cables a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

	Conductor mm2																
	Conductor rígido unipolar V-750							Conductor rígido unipolar 0,6/1 kV				Conductor rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
Tubo Mm	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	8	7	5	4	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	10	8	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	12	10	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	12	10	8	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	12	10	8	7	6	9	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	12	9	8	7	10	9	7	6	3	3	2	2	2	-

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión  $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$ , siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm<sup>2</sup> como máximo.

### 5.7.2. Materiales

#### 5.7.2.1. Bandejas

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los cables se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37-508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm<sup>2</sup> para la equipotencialidad en todo su recorrido, que irá conectado eléctricamente a ella cada 50 cm como mínimo.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro mínimo de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 35 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su

conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de material aislante rígido serán para temperaturas de servicio de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ , clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a  $40^{\circ}\text{C}$ .

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60×200	2,7	1,810	22,5
60×300	3,2	2,770	33,7
60×400	3,7	3,700	45,6
100×300	3,7	3,690	57,3
100×400	4,2	4,880	77,2
100×500	4,7	6,350	96,6
100×600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

#### 5.7.2.2. Canales protectores

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo

general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de material aislante rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones, cumpliendo en su montaje con todo lo indicado para las bandejas metálicas. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de material aislante rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

Alto × ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50×75	2,2	1,180	6,7
60×100	2,5	1,190	10,8
60×150	2,7	2,310	16,6
60×200	2,7	2,840	22,5
60×300	3,2	4,270	33,7

60×400	3,7	5,970	45,6
--------	-----	-------	------

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

#### 5.7.2.3. Tubos para instalaciones eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en material aislante rígidos.
- Tubos en material aislante corrugados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados.
- Tubos en material aislante corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los **tubos de acero** serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

<b>2.8 TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS</b>									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-

<b>TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES</b>									
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en

frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas. Cuando estos tubos sean accesibles, deben disponer de puestas a tierras.

Los **tubos de material aislante rígido** serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama) y su resistencia al impacto será de dos julios a -5° C. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Cuando los tubos rígidos aislantes sean del tipo “Libre de Halógenos” su resistencia al impacto será de seis julios, debiendo cumplir con la UNE-EN-50267-2.2 y resto de características indicadas para los de material aislante rígido.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los **tubos corrugados en material aislante**, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 60.423 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-2 y 2-3, así como la UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio a -5° C. Cuando sean del tipo “Libre de Halógenos” cumplirán con la norma UNE-EN 50267-2.2 y su resistencia al impacto será de dos julios a -5° C.



Los **tubos corrugados reforzados en material aislante**, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios a  $-5^{\circ}$ .

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 500 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los **tubos para canalizaciones eléctricas enterradas**, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en material aislante del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N. Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

Ø referencia	50	65	80	100	125	160	200
Ø exterior/mm	50	65,5	81	101	125	148	182
Ø interior/mm	43,9	58	71,5	91	115	148	182

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar cables se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.

- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, material aislante rígido o material aislante liso reforzado. En las corrugadas, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

#### 5.7.2.4. Cajas de registro, empalme y mecanismos

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

## 5.8. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

### 5.8.1.- Generalidades

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los cables empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones (definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”) cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

### 5.8.2. Línea General de Alimentación (LGA)

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales (mayorizadas por el coeficiente 1,17) de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

### 5.8.3. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a sobreintensidades cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Generales de Distribución (CGDs) o Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto.

Cuando estas líneas están realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, y éstos serán agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

#### 5.8.4. Líneas de Derivación de la General (LDG) e Individuales (LDI)

Las LGD enlazarán el cuadro CGBT con los Cuadros Generales de Distribución, y las LDI éstos con los Cuadros Secundarios, o bien el cuadro CGBT con los CSs cuando no es necesario prever CGDs.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSION de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

Del mismo modo que para las líneas LGA, cuando estén realizadas mediante ternas de cables unipolares, el número de cables unipolares, el número de cables para el conductor neutro coincidirá con el de ternas, yendo éstos agrupados uno a uno con su terna correspondiente.

#### 5.8.5. Cuadros de protección CGDs y CSs

Los Cuadros Generales de Distribución están destinados a concentrar en ellos potencias alejadas del CGBT y evitar grandes poderes de corte para interruptores automáticos de pequeñas intensidades, permitiendo con esta topología aprovechar mejor los coeficientes de simultaneidad entre instalaciones, alimentándose desde ellos a los Cuadros Secundarios CSs. Por tanto en ellos se alojarán todos los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos de las líneas de acometida a cuadros CSs.

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CGDs y CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSION de este Pliego de Condiciones.

#### 5.8.6. Instalaciones de distribución

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, cables y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente cables con aislamiento nominal 450/750 V “Libres de Halógenos” protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos. El color del aislamiento de los cables cumplirá con lo establecido para ello en la ITC-BT-19 punto 2.2.4.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser material aislante corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será material aislante corrugado reforzado o del tipo “Libre de Halógenos”, fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o material aislante rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos cuando estos no sean registrables, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Cuando los circuitos distribuidores a puntos de luz y tomas de corriente discurren por pasillos con falsos techos registrables, esta instalación deberá ser realizada con canalizaciones fijadas a paredes inmediatamente por encima de los falsos techos, o a bandejas de uso eléctrico (tensión 230/400 V) por fuera de las mismas, quedando en ambos casos los registros accesibles para el conexionado y paso de cables con los paramentos terminados. Los registros serán para montaje mural.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conexionarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

En las cajas destinadas a alojar mecanismos, no se admitirán ningún tipo de conexión derivada mediante bornas o clemas, que no sea la propia de los mecanismos que en ellas se alojan.

Tanto para los circuitos distribuidores de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser  $2,5 \text{ mm}^2$ . Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de cables a las canalizaciones y su posterior conexión, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60

cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha.

Las instalaciones en Aparcamientos cubiertos se proyectarán como locales con ventilación suficiente, considerando que dicha ventilación permite su desclasificación como locales Clase I definidos en la ITC-BT-29.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los cables siempre han de canalizarse en tubos o canales.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los cables destinados a distribuciones serán de un hilo conductor único de cobre (U) hasta 4 mm<sup>2</sup>, del tipo “extradeslizante” libre de halógenos. Cuando por cualquier causa se instale cable conductor flexible formado por una filástica de varios hilos muy finos (k), siempre, y para todas sus conexiones a mecanismos y derivaciones, deberá utilizarse terminales apropiados o estañar sus puntas.

#### 5.8.6.1. Distribución para Alumbrado Normal

Comprenderá el suministro, instalación y conexonado de canalizaciones, registros, cables y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente en lavabos o destinadas a Negatoscopios marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación, asimismo estarán incluidas las derivaciones, desde estas cajas, tanto para punto de luz como para la derivación a interruptores, conmutadores de cruce que su ejecución conlleva.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de cables y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se

debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de  $1,5 \text{ mm}^2$  para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos cables se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección encontrado aguas arriba de la instalación.

#### 5.8.6.2. Distribución para Alumbrado de Emergencia

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo) y Reemplazamiento; este último solo para establecimientos sanitarios, localizado en Hospitalizaciones, Quirófanos, U.C.I, Salas de Intervención, Salas de Curas, Paritorios y Urgencias.

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas incandescentes o fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación, y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 3 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios.



Cuando sean del tipo “combinado” con uso especial de vigilancia nocturna, su alimentación será con circuitos de uso exclusivo desde los cuadros de protección del alumbrado normal, siendo el número de circuitos destinado por cuadro a este uso como mínimo de tres, cada uno de ellos alimentado desde un Dispositivo de corriente Diferencial Residual distinto.

La alimentación de aparatos autónomos de emergencia se realizará generalmente desde los mismos circuitos de distribución que lo hacen para el alumbrado normal de cada local en donde se sitúen los aparatos autónomos de emergencia, de tal forma que han de cumplirse las siguientes condiciones:

- La falta de suministro eléctrico en el alumbrado normal debida a cortes de los dispositivos de protección en locales con alumbrado de emergencia deberán dar como consecuencia la entrada automática de éste en un tiempo igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cuando los locales, siendo de pública concurrencia, tengan el alumbrado normal repartido entre tres o más circuitos de distribución, los aparatos autónomos de emergencia instalados también han de repartirse entre ellos.

Esta forma de instalación descrita para los aparatos autónomos de emergencia, exige la incorporación por cada Cuadro Secundario (CS) de protección, de un dispositivo que impida la descarga de los acumuladores de los aparatos autónomos cuando por razones de funcionalidad hay que producir cortes generales periódicamente para el alumbrado en el CS. Por ello todos los CS dispondrán de un telemando para puesta en reposo y realimentación de los acumuladores de los aparatos autónomos controlados desde él.

Por tanto, a cada aparato autónomo de emergencia se le alimentará con dos circuitos: uno a 230 V rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensión nominal de 250 V, y otro para telemando rematado en una toma RJ45 hembra, no apantallada y conector macho RJ45. Cuando los aparatos de emergencia sean del tipo “combinado” se le alimentará con un circuito más de 230 V de uso exclusivo para ellos, rematado con base de mecanismo 2×10 A y clavija apropiada con tensiones nominales de 250 V, que serán diferentes y no intercambiables con el otro circuito alimentador a 230 V. con independencia de la solución aquí expuesta, se podrá aceptar cualquier otra siempre que cumpla, en su forma de conexión, la irreversibilidad en las conexiones para los dos o tres circuitos independientes que en uno u otro caso son necesarios para su alimentación.

Todos estos mecanismos, cuando los aparatos de emergencia sean empotrados, quedarán ocultos por encima de los falsos techos, permitiendo ser desconectados a través del hueco que deja el aparato una vez desmontado. El circuito para el telemando se canalizará por tubo independiente del resto de las instalaciones.

Como complemento y herramienta muy práctica en el mantenimiento de los aparatos autónomos de emergencia, es recomendable la incorporación de una Central de Test mediante la cual podrán realizarse las funciones que a continuación se describen sin interferencias en el funcionamiento de los alumbrados normal y de emergencia:

- Chequeo del estado y carga de baterías correcto de todos los aparatos de emergencia de la instalación.
- Prueba periódica para verificación del paso a estado de emergencia y encendido de la lámpara propia, para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Prueba de la autonomía disponible en acumuladores para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Obtención de un informe impreso relacionando el estado de todos y cada uno de los aparatos autónomos de emergencia.

La inclusión en el proyecto de esta Central de Test quedará identificada en la Memoria y Mediciones del proyecto.

La instalación de canalizaciones y cables será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.

En cuanto al Alumbrado de Reemplazamiento y Fuerza para Servicios de Seguridad, su instalación partirá desde el grupo electrógeno, utilizando cables resistentes al fuego (RZ1-0,6/1kV (AS+)) según UNE-EN 50.200 hasta los Cuadros Secundarios de la zona protegida con estos servicios. Los Cuadros Secundarios estarán situados dentro del Sector de Incendios propio de la zona protegida, y desde ellos se alimentarán las instalaciones de alumbrado que serán realizadas conforme a las descripciones indicadas anteriormente para el Alumbrado Normal, puesto que en este caso ambas instalaciones (Alumbrado Normal y Alumbrado de Reemplazamiento), para proporcionar “un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo” (ITC-BT-28, punto 3-3.2), tienen que ser la misma. Además, a las zonas dotadas de Alumbrado de Reemplazamiento, se les proyectará una instalación con aparatos autónomos para Alumbrados de Seguridad. Cuando las Salas de Curas estén ubicadas fuera de las zonas donde es exigible el Servicio de Seguridad, el Alumbrado de Reemplazamiento estará cubierto por aparatos autónomos especiales del tipo “combinado” situados sobre el mueble de atención al paciente, que proporcionarán una iluminación sobre él de 500 lux, disponiendo de una autonomía de 2 horas. Asimismo, el Alumbrado de Reemplazamiento en Hospitalizaciones donde debe garantizarse una iluminación no inferior a 5 lux durante 2 horas como mínimo, se realizará mediante aparatos autónomos de emergencia con autonomía mínima de 2 horas estando todas las instalaciones de estas zonas alimentadas por el grupo electrógeno mediante cables Resistentes al Fuego. Todo ello conforme a la ITC-BT-28 apartado 3.3.2.

Asimismo, para Salas de Intervención y Quirófanos propiamente dichos, así como Camas de U.C.I, se les dotará de “un suministro especial complementario” (ITC-BT-38, punto 2.2) atendido mediante un S.A.I. (Suministro Alimentación Ininterrumpida) por dependencia o conjunto de camas. Este S.A.I. alimentará las lámparas propias para la intervención y fuerza para equipos de asistencia vital, disponiendo de una autonomía igual o superior a 2 horas.

#### 5.8.6.3. Distribución para tomas de corriente

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en material aislante, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta. Cuando las tomas se destinen a usos informáticos, el número que las identifica irá encerrado en un rombo.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5 mm<sup>2</sup>, no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

#### 5.8.6.4. Distribución para Alumbrado Público

Será realizada en canalización enterrada a 40 cm de profundidad como mínimo registrada en arquetas situadas junto a la base de los báculos o pasos de calzadas, separadas como máximo 25 m. La canalización será en tubo de material aislante corrugado reforzado de Ø 63 mm, señalizado mediante una cinta que advierte la presencia de cables de alumbrado exterior, situado a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo. Por cada tubo sólo se canalizará un circuito sea este trifásico o monofásico.

Los cables serán unipolares en cobre, designación UNE RV 0,6/1 kV con sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>.

Las conexiones entre la red de distribución y los cables de las luminarias, se realizarán siempre en la base de los báculos, para lo cual todos ellos dispondrán a 30 cm del suelo, de una portezuela con llave y protegida contra el chorro de agua, que permita acceder a ellas. En este registro se dispondrá, además de los bornes de conexión, de un fusible de protección de 10 A para la derivación a su luminaria.

No se admitirán conexiones en otros registros que no sean los de las bases de los báculos.

La distribución de los circuitos en el reparto de luminarias, se realizará para establecer un encendido total y dos apagados parciales, debiendo cuidarse que en los dos apagados uno corresponda a un tercio de las luminarias y el otro al resto, quedando la iluminación en ambos bien repartida.

El cálculo de líneas se realizará para circuitos monofásicos con una caída máxima de tensión igual o inferior al 3 % en el punto más alejado. La carga será calculada para la potencia de las lámparas multiplicada por 1,8.

El circuito de enlace entre las luminarias y la placa de bornes de la base del báculo, será RV 0,6/1 kV de 3×2,5 mm<sup>2</sup>.

Todos los báculos se pondrán a tierra mediante un electrodo de acero cobrizado clavado en su arqueta de derivación, enlazándose todos los electrodos mediante un cable de 35 mm<sup>2</sup> en cobre desnudo directamente enterrado por debajo de la canalización. Esta puesta a tierra asociada con los DDRs, garantizarán que la tensión de contacto límite  $U_L$  sea inferior a 24 voltios.

El cuadro de protección y encendido, dispondrá de reloj astronómico para un encendido y dos apagados, disyuntores de 2×25 A para protección de circuitos de salida provistos de Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR) de media sensibilidad y sistema de encendido Manual-Cero-Automático por circuito.

Esta instalación cumplirá en todo con la ITC-BT-09 del R.E.B.T.

#### 5.8.6.5. Distribución de fuerza para Quirófanos, Salas de Intervención y Camas de U.C.I.

Estas distribuciones se refieren a las alimentaciones de tomas de corriente y redes del sistema de protección en locales alimentados a partir de un Panel de Aislamiento (PA), con transformador separador y dispositivo de vigilancia de aislamientos según ITC-BT-38 punto 2.1.3.

Para estos locales, y en todos aquellos en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la ventilación prevista para ellos asegurará 15 renovaciones de aire por hora y los suelos serán del tipo antielectrostáticos con una resistencia de aislamiento igual o inferior a 1 MΩ.

Estas instalaciones serán siempre empotradas, realizadas mediante tubo de material aislante corrugado reforzado, utilizando tubos independientes (con el mismo trazado) para los conductores activos, de los de protección y de equipotencialidad.

Todas las tomas de corriente se instalarán a una altura superior a 130 cm medidos desde el suelo terminado.

##### *5.8.6.5.1. Red de conductores activos*

Las tomas de corriente serán de 2×16 A con toma de tierra lateral, e irán agrupadas en cajas con seis unidades. Las cajas serán de empotrar con tapa en acero inoxidable, estando las tomas distribuidas en dos columnas de tres tomas numeradas en vertical. Cuando en el local exista más de una caja, estas se identificarán con números. Como previsión, en el centro del quirófano se dejará en reserva, con canalización y sin conductores, una toma rematada en una caja metálica estanca empotrada.

Del mismo modo y partiendo del PA se realizarán dos circuitos: uno para lámparas de iluminación general de techo y apliques de bloqueo de paso con tensión a 231 V, y otro alimentado a través de un transformador de seguridad 231/24 V para la lámpara de operaciones; ambos circuitos constituirán el Alumbrado de Reemplazamiento. En camas de U.C.I. este alumbrado estará cubierto por tres lámparas par-halógenas instaladas en el techo.

Los cables a utilizar serán 450/750 V con sección de 2,5 mm<sup>2</sup> para tomas de corriente de 2×16 A; de 10 mm<sup>2</sup> para lámpara de operaciones; de 2,5 mm<sup>2</sup> para lámparas iluminación general de techo en quirófanos y de 1,5 mm<sup>2</sup> para lámparas par-halógenas en U.C.I.

El número de circuitos para tomas de corriente serán dos por caja de seis tomas, debiendo alimentar cada uno a una de las dos columnas de tres tomas; un circuito para Negatoscopio y dos para torretas de techo.

Todos los cables deberán quedar numerados y perfectamente identificados en sus extremos haciendo referencia al disyuntor de que se alimenta.

Cada uno de los Paneles de Aislamiento deberá ser alimentado por un S.A.I.

#### *5.8.6.5.2. Red de conductores de protección*

Enlazarán el contacto de tierra de las tomas de corriente con una barra colectora (PT) situada en el PA o caja prevista a tal efecto. Se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde. La sección se calculará para que su impedancia no supere los  $0,2 \Omega$ , medida entre la barra colectora y su otro extremo, siendo como mínimo de  $2,5 \text{ mm}^2$ .

Por cada circuito de corriente se instalará un conductor de protección, debiendo quedar perfectamente identificado en sus extremos con las tomas que le corresponde.

#### *5.8.6.5.3. Red de conductores equipotenciales*

Enlazarán (de forma visible en su extremo) todas las partes metálicas accesibles desde el local, con una barra colectora (EE) situada junto a la anterior (PT) y a la que se unirá mediante un conductor de  $16 \text{ mm}^2$  de sección.

Estos conductores se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde designación H07Z1-K (flexibles) con terminales en sus extremos para la conexión. La sección se calculará para que la impedancia no supere los  $0,1 \Omega$ , medida entre la barra colectora y la parte metálica conectada, siendo como mínimo de  $4 \text{ mm}^2$ .

La conexión del conductor a las partes metálicas se realizará mediante caja de empotrar  $23 \times 45 \text{ mm}$  con salida de hilos, placa embellecedora y terminal de conexión.

La diferencia de potencial entre partes metálicas y la barra EE no deberá exceder de 10 mV eficaces.

Para la conexión equipotencial de la mesa de operaciones, el cable a utilizar será de  $6 \text{ mm}^2$  de sección como mínimo.

### 5.8.7. Medidas especiales a adoptar para no interrumpir el suministro eléctrico manteniéndolo seguro.

La aparamenta elegida y el diseño desarrollado para las protecciones eléctricas deben estar especialmente encaminados al cumplimiento obligado de evitar los riesgos por daños que este tipo de instalaciones pueden ocasionar a las personas y bienes inmuebles, conjugando y valorando las necesidades entre el corte del suministro o el mantenimiento del mismo siempre y cuando el riesgo no supere los valores básicos de seguridad establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; debiéndose tener presente que para el uso al que se destina el edificio objeto del proyecto, el corte de suministro eléctrico también puede suponer daños para las personas y bienes inmuebles que, en algunos casos, son juzgados como irreparables.

A tal efecto las medidas a adoptar y propuestas son las siguientes:

1. Se ha de diseñar toda la instalación eléctrica para un esquema del conductor neutro TN-S (neutro puesto a Tierra y masas puestas a Neutro con conductor Separado del neutro). Lo que supone disponer para la instalación de una resistencia de puesta a tierra prácticamente despreciable y no variable ( $R_t=0$ ). En esta situación será posible establecer todas las demás proposiciones que siguen.
2. En casos de Salas de Intervención (quirófanos, paritorios, UCIs, REAs, exploraciones y tratamientos especiales, hemodinamia, etc.) y en general en toda aquella sala donde el paciente se le introduce un electrodo en el cuerpo a través, de un orificio natural u ocasional, el esquema de neutro para la instalación prevista será el IT, utilizando para ello un transformador separador (usos médicos) y un dispositivo de vigilancia de aislamiento eléctrico. Este sistema es recomendable también para instalaciones, reducidas en su distribución a receptores, tales como Centros de Proceso de Datos.
3. La protección contra contactos indirectos se ha de establecer en los primeros escalones de protección mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados, calculados, elegidos y regulados para que en el punto de la instalación donde vayan ubicados, la corriente máxima de defecto a tierra ( $I_d$ ) no de ocasión a tensiones de contacto (sostenidas más de 0,4 segundos) superiores a 50 Voltios, asegurando al propio tiempo que esta corriente de defecto siempre sea superior a la ajustada ( $I_m$ ) en los relés de corto retardo de ese circuito; con lo cual se puede garantizar que el interruptor abrirá por la acción de los relés de “corto retardo” ajustados a la intensidad  $I_m < I_d$ , y la tensión de contacto ( $U_c$ ) nunca superará los 50 Voltios.
4. Asimismo, para los escalones destinados a los circuitos eléctricos alimentadores directos de los receptores en la utilización (últimos escalones), los dispositivos a proyectar para la protección contra contactos indirectos serán mediante Disparo Diferencial por corriente Residual (DDR) con



sensibilidad de 30 mA o 300 mA según sea el uso a que se destina. Así, deben considerarse de 30 mA los utilizados para alumbrado y fuerza tomas de corriente usos varios, y de 300 mA para fuerza tomas de corriente usos informáticos, fuerza ascensores, fuerza climatización, etc., donde se puede asegurar que la continuidad del conductor de protección, se mantiene. También, y como medida cautelar, todos los DDRs de 30 mA se han de proyectar del tipo “Superinmunizado”, siendo preferentemente tetrapolares. No obstante el empleo generalizado de DDRs de 300 mA podría ser aplicado al disponer para la resistencia de puesta a tierra un valor próximo a cero, ya que el sistema de distribución es TN-S, y para él puede tomarse como referencia la norma UNE-20572.1 según ITC-BT-24 punto 4.1.

5. En general, todos los DDRs han de estar constituidos por un interruptor automático (del poder de corte apropiado) asociado a un bloque de disparo por corriente de defecto. Sólo se pueden incluir los Interruptores Diferenciales “puros” en puntos de la instalación donde la intensidad de la corriente de cortocircuito presunta está limitada o es inferior a 1 kA, estando destinados a la protección de uno o muy pocos receptores.
6. Todos los DDRs de 30 mA previstos para tres o más circuitos alimentadores directos de receptores, han de ser tetrapolares, con lo que las corrientes de defecto debidas a capacidades parásitas de la instalación tienden a compensarse, disminuyéndose con ello notablemente el “disparo intempestivo” de los DDRs.
7. Todos los Interruptores Automáticos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos se proyectarán para una Intensidad de Corte Último ( $I_{cu}$ ) igual o superior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de la instalación donde va ubicado.
8. El diseño de los diferentes escalones sucesivos de protección se debe realizar siguiendo criterios que garanticen la selectividad en el disparo frente a corrientes de cortocircuito (ITC-BT-19, punto 2.4), avalados y justificados mediante la documentación técnica editada por el fabricante de la aparamenta y cálculos que han de acompañarse; siendo el orden para la numeración de escalones en el sentido de “aguas arriba” (primeros escalones) hacia “aguas abajo” (últimos escalones).
9. La regulación de las intensidades de disparo en los interruptores automáticos con relés de “largo retardo” ( $I_r$ ) y relés de “corto retardo” ( $I_m$ ) han de calcularse para que cumplan con todas y cada una de la siguientes condiciones:
  - Las impuestas por el fabricante de la aparamenta para disponer de Selectividad en el disparo por cortocircuito entre los diferentes escalones de protección. Para ello, también se debe tener en cuenta que en los Cuadros Secundarios y Locales (últimos escalones aguas abajo) los interruptores automáticos proyectados sean con relés fijos (no regulables).



- Las impuestas por cálculo a fin de que lo tramos de circuitos desde el CGBT de llegada de transformadores hasta los escalones con dispositivos DDRs, queden protegidos contra contactos indirectos mediante los disparadores de “corto retardo” de los interruptores automáticos proyectados en los escalones anteriores aguas arriba de la instalación.
- Que la intensidad regulada en el disparador de “largo retardo” ( $I_r$ ) sea igual o inferior a la máxima admisible por el conductor que protege, e igual o superior a la calculada para la potencia instalada que alimenta.

10. En todos los casos el conjunto formado por el cable y el interruptor automático que le protege, han de asegurar por cálculo para el primero que, frente a un cortocircuito en su extremo más alejado eléctricamente del origen de la instalación, el tiempo de apertura del segundo es tal que la “solicitud térmica” a la que se verá dicho cable, por tal efecto, es inferior a la garantizada por el fabricante del mismo.

#### 5.8.8. Iluminación de Interiores.

Para su diseño se tendrá en cuenta todas las recomendaciones de la Norma UNE-12464.1 referente al Confort Visual, Prestaciones Visuales y Seguridad, definidos por la **Iluminación mantenida ( $E_m$ )**, **Índice de Deslumbramiento Unificado ( $UGR_L$ )** e **Índices de Rendimiento de Colores ( $R_a$ )**.

## 5.9. REDES DE TIERRAS

### 5.9.1. Generalidades

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto  $V_d$  generará una corriente  $I_d$  de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la  $V_d$  pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión máxima de contacto  $U_L$  a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto  $I_{mc}$ . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE:  $U_L = 65V$  e  $I_{mc} = 50 \text{ mA}$ , lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo)  $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$ .

El R.E.B.T. toma como límite para la tensión de contacto ( $U_c$ ) **50V** (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a  $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$ .; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto  $V_d$ , de lugar a una corriente  $I_d$  suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,4 segundos, para una tensión no superior a 230 voltios (ITC-BT-24).

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto  $U_c$  superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto  $I_d$  sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de cables a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos cables podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos

pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

#### 5.9.2. Redes de tierra independientes

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

##### 5.9.2.1. Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm de diámetro, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a  $10\ \Omega$ , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros, para considerarse independiente.

#### 5.9.2.2. Red de Puesta a Tierra de Servicio

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

1. Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
2. Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
3. Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán, de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.

La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a  $8\ \Omega$ , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de  $2\ \Omega$ .

#### 5.9.2.3. Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de  $35\ \text{mm}^2$  de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las

conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con  $\varnothing$  1,4 cm y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62×50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25×4 cm con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT, permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizados en tubo aislante.

#### 5.9.2.4. Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra, intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los  $2\Omega$ .

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.
- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de calculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles, utilizando para ello el “Método de Wenner”.

#### 5.9.2.5. Enlace entre las Redes establecidas

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice

el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un regimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la  $R_t$  del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto ( $I_d$ ) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a  $V_d = 1000$  V, que es la condición a cumplir imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ( $I_{cc} \leq 16$  kA) con acometida subterránea.

El valor de  $I_d \leq 500$  A deberá ser garantizado por la Compañía Suministradora en función de las condiciones que para el estado del Neutro tenga la red de A.T. con la que suministrará acometida al Centro de Transformación.

Para mas detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver esquema general en página siguiente.





## 5.10. LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

### 5.10.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

1. Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
2. Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
3. Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
4. Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
5. Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
6. El cableado interior será con cables en cobre, designación ES07Z1-K-450/750V (AS) aislamiento 450/750 V descritos en el capítulo “CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN” de este PC (salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>, separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
7. Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
8. Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.

9. No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
10. Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.
11. Los destinados a ambos usos de Alumbrado Normal y alumbrado de Reemplazamiento, su encendido no será por cebador, y además dispondrán de un fusible aéreo de 2 Amperios por cada luminaria.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a **compatibilidad Electromagnética** tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

### 5.10.2. Tipos de Luminarias

#### 5.10.2.1. Luminarias fluorescentes de interior

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Memoria y Mediciones. La fijación de luminarias, cuando sea necesario, se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco estable a los rayos ultravioleta en polvo de poliuretano polimerizado al horno. Cuando las luminarias sean de superficie, el color del exterior será a elegir por la DF. El ancho estándar para las destinadas a alojar lámparas de 26 y 16 mm, arranque por cebador o rápido, será:

- Luminaria para una lámpara: 190 mm para la de empotrar.
- Luminaria para dos lámparas: 300 mm para la de empotrar y 320 mm para la de superficie.
- Luminaria para tres lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.
- Luminaria para cuatro lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600×600 mm para las de empotrar, y de 560×560 mm para las de superficie.

Los rendimientos de las luminarias de empotrar en función de los diferentes componentes ópticos, serán como mínimo para lámparas fluorescentes lineales, los que se indican a continuación:

a1) Componente óptico doble parabólico aluminio especular.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 1×35W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 56% (con macrocelosía el 71%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 70%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 74%.

## b1) Componente óptico doble parabólico aluminio mate:

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 65%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 64% (con macrocelosía el 70%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 60%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 67%.

## c1) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 1×58W, igual o superior al 67%.
- Luminaria de 1×36W, igual o superior al 69%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 60% (con macrocelosía el 64%).
- Luminaria de 3×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 4×18W, igual o superior al 55%.

Cuando las lámparas sean compactas TC-L, los rendimientos mínimos serán los siguientes:

## a2) Componente óptico doble parabólico aluminio especular:

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 63%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

## b2) Componente óptico doble parabólico aluminio mate.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 49%.
- Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.

## c2) Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 3×36W, igual o superior al 50%.

Las luminarias cónico-circulares fluorescentes serán para una o dos lámparas compactas cortas de hasta 26 W. Será fabricada en chapa de acero pintado con reflector de policarbonato autoextinguible de alta reflexión y cristal transparente decorativo. Sus dimensiones máximas serán Ø 180 mm, por 240 mm de altura para lámparas verticales

incluido el equipo, y de 150 mm de altura para lámparas horizontales en las mismas condiciones.

Los rendimientos de las luminarias cónico-circulares para lámparas compactas cortas, serán como mínimo los que se indican a continuación:

a) Con reflector abierto:

- Luminaria de 1×18W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 61%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 62%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

b) Con reflector y cierre de cristal:

- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.

c) Con reflector limitador del deslumbramiento (darklights).

- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 51%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×36W, igual o superior al 53%.

#### 10.2.2. Regletas industriales y luminarias herméticas para interior

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y

portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

#### 5.10.2.3. Aparatos especiales y decorativos para interior

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

#### 5.10.2.4. Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de ambos alumbrados, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Alumbrados de emergencia y señalización combinados.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

#### 5.10.2.5. Luminarias de Alumbrado Público y sus soportes

Se incluyen únicamente las destinadas a iluminación de viales y pasos peatonales. Todas ellas cumplirán con la ITC-BT-09 en sus puntos 6,7 y 8, así como con las normas UNE que en ellos se indican.

Para la determinación del tipo de luminaria, altura de postes y báculos, así como clase de lámpara, se tendrá muy en cuenta las normas particulares y entornos del lugar donde vayan a ir instalados. Todos estos condicionamientos, cuando existan, vendrán justificados en la Memoria del Proyecto. De no especificarse lo contrario, este tipo de alumbrado se realizará con luminarias reflectoras para montaje sobre báculo en viales, y luminarias ornamentales sobre poste en áreas peatonales. Todas ellas para lámpara de descarga de forma elipsoidal o tubular. No se admitirán lámparas que tengan filamento (incandescencia y luz mezcla).

La disposición de luminarias en los viales proporcionará unos niveles medios de iluminancia de 15 lux con una uniformidad del 0,3.

En pasos peatonales y jardines, las zonas iluminadas dispondrán de 7 lux con una uniformidad del 0,2.

La elección de luminaria, distancia entre ellas y altura de báculos y postes, deberá justificarse mediante los cálculos correspondientes.

Las luminarias reflectoras serán en fundición de aluminio inyectado con reflector de reparto asimétrico en chapa del mismo material pulido, electroabrillantado y anodizado. Podrán ser abiertas o cerradas según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando lleven sistema de cierre, será del tipo cubeta transparente en policarbonato con junta de estanqueidad y cierres de acero protegido por baño electrolítico. Llevarán incorporado el equipo de encendido, siempre en A.F. y con portalámparas de porcelana. Su grado de protección deberá ser Clase II-IP 55. El acabado será en pintura electrostática en polvo polimerizada a alta temperatura.

Las luminarias ornamentales corresponderán con el tipo descrito en Memoria y Mediciones, siempre con difusor en policarbonato, equipo de encendido en A.F. incorporado y portalámparas de porcelana. Su grado de protección será Clase II-IP 55.

Los báculos, postes y brazos murales que sirven de soporte a las luminarias, serán en chapa de acero galvanizada en caliente. Los báculos y postes dispondrán en su base (a 300 mm como mínimo del suelo) de una portezuela de registro para conexiones y protecciones eléctricas, cuyo grado de protección, una vez cerrada, ha de ser IP-44 como mínimo.

La conicidad será del 13% y el diámetro mínimo de la base 142 mm para báculos de 6 m y 130 mm para postes de 4 m. La inclinación del brazo en los báculos respecto a la horizontal podrá ser de 3° a 15° con un radio de curvatura de 1 m y su longitud de 1,5 m hasta 6 m de altura, y de 2 m para los de mayor altura. El espesor de la chapa con la que han de ser contruidos será de 3 mm hasta los de 9 m de altura, y de 4 mm para los de mayor altura.

### 5.10.3. Componentes para luminarias

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretodo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

#### 5.10.3.1. Reactancias o balastos

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

1. Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
2. Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
3. Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
4. Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.



De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio y tapas de poliamida con fibra de vidrio grado de protección IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP655. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93) referentes a Radiointerferencias, no produciendo perturbaciones en las instalaciones de infrarrojos anejas. Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Las instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los cables entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluye la Tabla de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D

LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E-G13-26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E-G13-26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E-G13-26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E-G13-26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E-G13-26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E-G13-26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E-G13-26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
COMPACTA 2 TUBOS	18 W	16 W	FSD-18-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSD-24-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
		55 W	FSDH-55-L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				
COMPACTA PLANA 4 T	18 W	16 W	FSS-18-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSS-24-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSS-36-E-2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W

COMPACTA 4 TUBOS	10 W	9,5 W	FSQ-10-E- G24q=1 FSQ-10-I- G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	13 W	12,5 W	FSQ-13-E- G24q=1 FSQ-13-I- G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E- G24q=2 FSQ-18-I- G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E- G24q=3 FSQ-26-I- G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-I- GX24d=2 FSM-18-E- G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-I- GX24d=3 FSM-26-E- G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32- L/P- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42- L/P- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
COMPACTA 2 D	10 W	9 W	FSS-10- GR10q FSS-10- L/P/H- GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	16 W	14 W	FSS-16-I- GR8 FSS-16-E- GR10q FSS-16- L/P/H- GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	21 W	19 W	FSS-21- GR10q FSS-21- L/P/H- GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W

	28 W	25 W	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
	38 W	34 W	FSS-38-GR10q FSS-38-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
		55 W	FSS-55-GRY10=03 FSS-55-L/P/H-GRY10=q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto los balastos deberán ser Clase A2 para los electrónicos o Clase B1 para los magnéticos.

#### 5.10.3.2. Lámparas fluorescentes

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=80.

#### 10.3.3. Lámparas fluorescentes compactas

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas (118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G23.

- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con un índice de rendimiento al color comprendido entre 80 y 90 y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

#### 5.10.3.4. Lámparas de descarga de forma elipsoidal

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de V.M.A.P., de 100 lm/W en las de V.S.A.P. y de 75 lm/W en las H.M.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (Ra>60).

#### 5.10.3.5. Lámparas varias

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena B.V., reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.

## 5.11. PARARRAYOS

### 5.11.1. Generalidades

Esta instalación tiene como objetivo la protección del inmueble y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y, consecuentemente, descargas peligrosas para personas y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE - IPP (pararrayos).
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC 1083, CEI 1024 y UNE-21.185.

### 5.11.2. Componentes

#### 5.11.2.1. Cabeza captadora

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizará mediante una pieza adaptadora de latón para 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

#### 5.11.2.2. Mástil

Será en tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 m, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los enlaces mediante dos tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soportes en U para recibir a muro, o trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y

recibidos con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizarán como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3 m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

#### 5.11.2.3. Elementos de puesta a tierra

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra, que serán como mínimo dos por cabeza captadora.

El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup> de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizará por el interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo más corto y rectilíneo posible hasta su puesta a tierra. Podrá hacerlo directamente por fachada o por el interior del edificio, pero siempre lo más alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de longitud Ø 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo M-6×30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en un tubo de acero galvanizado de Ø 60 mm y 3 m de longitud.

Las tomas de tierra se realizarán conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 ohmios.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el Pararrayos ha de disponer, esta se enlazará con la de la estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotará al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constará de:

1. **Instalación Captadora:** tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico. Irá instalada encima de la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de

- 8mm de Ø, fijada al edificio mediante soportes conductores roscados provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.
2. **Derivador:** es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta a tierra. El número de derivadores a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano, dividido entre 15. Es decir, uno cada 15 metros del perímetro exterior proyectado de la cubierta sobre el plano. Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.
  3. **Electrodo de puesta a tierra:** su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto por un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectarán todos los derivadores utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra irá enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadores.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

Cuando los edificios sean extensos y de poca altura donde necesariamente se han de utilizar más de un pararrayos sobre mástil, en el caso de necesitarse protección superior a Nivel 1, se utilizarán las bajantes de los pararrayos como derivadores de la instalación captadora adicional de las "medidas especiales complementarias".



## 6. PRESUPUESTO

COMPLEJO HOSPITALARIO				
Presupuesto				
Código	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
<b>C16</b>	<b>ELECTRICIDAD</b>	<b>1</b>	<b>5.376.777,23</b>	<b>5.376.777,23</b>
<b>SC1601</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>1,00</b>	<b>371.611,87</b>	<b>371.611,87</b>
E0020101	Cabina metál. entrada-salida SF6	3,00	2.225,42	6.676,26
	Cabina metálica para Llegada o Salida, gama SM6, tipo IM 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, juego de barras, soporte para cables de M.T., tres captadores con piloto luminoso y mando CIT, Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020109	Cabina met. protec. trafo SF6	14,00	9.989,35	139.850,90
	Cabina metálica para Protección de Transformador, gama SM6, tipo DM1 400-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, interruptor automático SF1 con relés VIP201, juego de barras, tres captadores con piloto luminoso, mandos CS1 y RI. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020103	Cabina metálica remonte SF6.	3,00	749,01	2.247,03
	Cabina metálica para remonte de cables gama SM6, tipo GAME, de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo, juego de barras, soporte para cables de M.T.Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020107	Cabina metálica medida SF6	1,00	4.816,77	4.816,77
	Cabina metálica para Medida en M.T., gama SM6, tipo GBC-630-24-20 (en una de sus variantes) de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: tres transformadores de intensidad y tres de tensión según normas de la Cia. Suministradora, juego de barras y accesorios, según variante. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00201011	Cabina metál. int-pasante SF6	1,00	2.857,35	2.857,35
	Cabina metálica para seccionamiento con interruptor pasante, gama SM6, tipo IM 630-24-20 de MERLIN GERIN o equivalente, conteniendo: interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra en SF6, juego de barras, soporte para cables de M.T., tres captadores con piloto luminoso y mando CIT. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020302	Puentes A.T. trafo.	3,00	719,65	2.158,95

	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm <sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020306	Sist.cabl.ventilad.p/.trafos	3,00	166,35	499,05
	Cableado para alimentación de ventiladores de los transformadores de potencia. Instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020305	Sist.cabl.control temp.trafos	3,00	76,19	228,57
	Cableado para sistema de aviso y disparo por temperatura de los transformadores de potencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020320	Sistema cableado enclavamiento electrico	3,00	115,77	347,31
	Sistema de cableado para enclavamientos y disparo de los interruptores de transformadores en M.T. y B.T, completo de accesorios, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020303	Protección de celdas trafos.	3,00	1.149,30	3.447,90
	Proteccion desmontable de chapa ciega con mirilla, doble hoja, para celdas de transformadores, según Pliego Condiciones, incluso herrajes para cantoneras de tabiques, todo ello pintado al esmalte; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050107	Cond. DHZ1-12/20 kV 1x240mm <sup>2</sup> Al	897,00	8,38	7.516,86
	Conductor DHZ1-12/20 kV 1x240 mm <sup>2</sup> Aluminio, BICC General o equivalente, VULPREN, aislamiento EPR, según normas: UNE-21123, UNE-21147.1 y .2, IEC-754.1 y .2, IEC-502, RU-3305-C; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220132	Bandeja met. c/tapa Sendz 60x200	888,00	29,19	25.920,72
	Bandeja metálica con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020422	Kit terminal enchufable 12/20 kV	9,00	480,71	4.326,39
	Kit terminal enchufable 12/20 kV para cable de aluminio de 240 mm <sup>2</sup> , K440TB-P-240M-12-1, todo ello instalado, conectado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020317	Carriles soporte transformador	3,00	112,38	337,14

	Juego de dos carriles para soporte de transformador constituido por perfil U-100 empotrado en el suelo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020313	Conjunto elementos auxiliares	4,00	977,83	3.911,32
	Conjunto de elementos auxiliares para señalización, prevención y maniobra del centro de transformación, según Memoria y Pliego de Condiciones, incluso tablero con protección transparente conteniendo esquema eléctrico de la instalación, placa de primeros auxilios, placa de cinco reglas de oro, reglamento de servicio, etc; todo ello instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020315	Extractor helicoidal mural II 12300 m3/h	6,00	590,86	3.545,16
	Extractor helicoidal mural de SOLER & PALAU o equivalente, con motor monofásico a 230 V, 980 W, 1.320 rev/min y 12.300 m3/h, modelo HCBB/4-560/H, completo de accesorios de unión y fijación, con persiana PER-560 W, cajón metálico de descarga y termostato de regulación, incluso circuitos de alimentación eléctrica y control, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020314	Red equipotencial del suelo.	75,00	9,94	745,50
	Red equipotencial del suelo en el Centro de Transformación mediante un emparrillado en toda la superficie, formado por redondo de 4 mm de diámetro en hierro, con soldaduras en los cruces, enterrado a 10 centímetros del suelo terminado y conectado a la red de tierra de Protección en A.T.; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020312	Red puesta a tierra Prote.AT.	4,00	1.350,37	5.401,48
	Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión para todos los componentes metálicos soporte de las instalaciones y red equipotencial del suelo, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020311	Puesta a tierra neutro trafo	3,00	579,00	1.737,00
	Puesta a tierra de neutro de transformador realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E02909	Batería fija condensador 110 kVAr 440V	3,00	1.566,28	4.698,84
	Batería fija de condensadores 110 kVAr 440 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. VARPLUS H 52477, formado por condensadores montados base contra base sobre zócalo metálico, grado de protección IP31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E02910	Batería condensador 405 kVAr 400V	3,00	10.820,45	32.461,35
	Batería automática de condensadores 405 kVAr 400 V 50 Hz, MERLIN GERIN o equivalente, ref. RECTIMAT 2 52623, montado en armario de chapa con rejilla de ventilación, grado de protección IP31, incluso transformadores de intensidad y suma e interruptor automático 4x630 A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E010110	PC1.- Trafo resina epoxi 1.600kVA 15.000/420 V	3,00	39.293,34	117.880,02
	PC1.- Transformador trifásico de potencia MERLIN GERIN-TRIHAL o equivalente, según Memoria y Pliego de Condiciones, encapsulado en resina epoxi, clase F, según CEI-726, con sondas, ventilación forzada, armario de control y disparo por temperatura, ruedas y demás elementos accesorios, y las siguientes características: Potencia, 1.600 kVA; tensión primario, 15000 V +-5+-7.5%; tensión secundario, 3x420/242 V; frecuencia, 50 Hz; tensión de cortocircuito, 6%; grupo conexión Dy11 n; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
	<b>SC1601</b>	1,00	<b>371.611,87</b>	<b>371.611,87</b>
<b>SC1602</b>	<b>GRUPO ELECTRÓGENO</b>	<b>1,00</b>	<b>562.011,62</b>	<b>562.011,62</b>
E0010215	Grupo electrógeno 1450 kVA (emergencia)	2,00	180.638,49	361.276,98
	Grupo Electrónico con motor diesel MITSUBISHI tipo S12R-PTA o equivalente, turboalimentado, con una potencia en continua de 1110 kW y 1210 kW en emergencia al volante a 1.500 rev/min, y alternador trifásico LEROY SOMER tipo LSA50.1M7 o equivalente de 1325 kVA en continua y 1450 kVA en emergencia a 50 Hz y tensión de 3x230/400 V, provisto de arranque y parada automáticos por fallo o vuelta del suministro normal, autorregulado provisto de radiador separado para instalar fuera de la bancada del grupo, resistencia de calentamiento para el agua del circuito de refrigeración, flexible de escape, fuelle de canalización de aire entre el radiador del grupo y la rejilla de salida, silenciadores de gases de escape, cuadro eléctrico de control, maniobra y protección mediante un interruptor automático de 4x2500A, baterías, depósito de combustible de 3000 litros, antivibradores, etc.; legalizado, instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E0010240	Chimenea doble salida de gases.	135,00	731,71	98.780,85
	Chimenea doble para salida de gases procedentes de la combustión, construida en tubo de acero inoxidable de alta calidad AISI 304 o 316, tipo DINAK o equivalente de 600 mm, incluyendo parte proporcional de codos, fijaciones, abrazaderas, etc, partiendo desde el silenciador y con capuchon final antilluvia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00102421	Silencioso de relajación 1E/2S	1,00	16.859,93	16.859,93
	Conjunto de silenciadores de relajación ( 1 de entrada y 2 de salida) y rejillas para el aire de ventilación del grupo electrógeno; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E024701	Circuito mando y alimentación GE	2,00	1.549,22	3.098,44
	Circuito de mando y alimentación a elementos auxiliares incluido detectores de tensión, para arranque, parada, conmutación y maniobra del grupo electrógeno, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E160201	Cuadro control y acoplamiento en paralelo	1,00	44.246,44	44.246,44
	Cuadro de control sincronismo, maniobra y acoplamiento para dos grupos electrógenos, conteniendo todos los elementos propios de sus funciones, incluso detectores de tensión y dos interruptores automaticos magnetotérmicos 4x2500 A motorizados, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E160207	Transporte y montaje GEs	2,00	18.335,95	36.671,90
	Transporte y montaje "insitu" de todos los componentes de la instalación del grupo electrógeno, incluso pruebas, preparación del personal en el manejo, documentación técnica, impuestos, etc.; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E024801	Puesta a tierra neutro G.E.	2,00	538,54	1.077,08
	Puesta a tierra de neutro de alternador de grupo electrógeno realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> , incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
	<b>SC1602</b>	1,00	<b>562.011,62</b>	<b>562.011,62</b>
<b>SC1603</b>	<b>CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA</b>	<b>1,00</b>	<b>2.069.374,08</b>	<b>2.069.374,08</b>
E0981	Panel metálico 2100x1200x1000 mm	2,00	1.522,10	3.044,20

	Panel metálico de 2100x1200x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la apartamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0980	Panel metálico 2100x1000x1000 mm	11,00	1.407,59	15.483,49
	Panel metálico de 2100x1000x1000 mm. pintado al duco, con puertas delanteras abisagradas y traseras desmontables, incluso elementos de unión, fijación, montaje y soportes para la apartamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente instalado y fijado en bancada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1102	Panel metálico 2000x900x500 mm	16,00	966,41	15.462,56
	Panel metálico tipo armario con doble puerta frontal siendo la primera transparente, conteniendo todos los elementos de unión, fijación, montaje y accesorios para la apartamenta a contener, estará pintado al duco en color a elegir y sus dimensiones mínimas serán de 2000x900x500 mm., grado de protección IP 307, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0090112	Cofret met.emp. p/trans. 6f 216m	74,00	424,94	31.445,56
	Cuadro para montaje empotrado enteramente metálico, pintado en blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente y bloqueada por cerradura, la segunda fijada por tornillos y troquelada para maniobra de apartamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la apartamenta a contener y de dimensiones, como mínimo 1160x825x120 mm, capacidad 6 filas y 216 módulos de 18 mm, distancia entre perfiles 150mm, grado de protección IP 31; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0090150	Cuadro empotrar aislante 2f 24m	183,00	57,60	10.540,80
	Cuadro eléctrico de material aislante para montaje empotrado, GEWISS o equivalente, serie 40CD, ref. GW40231, de color blanco, con dos puertas, la primera de ellas de frente transparente color gris humo, la segunda fijada a presión y troquelada para maniobra de apartamenta, con todos los elementos de fijación y accesorios para la apartamenta a contener y de dimensiones 310x330x80 mm, capacidad 2 filas y 24 módulos de 18 mm, grado de protección IP 40, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E2708	Barraje con pletina Cu. 100kA	13,00	434,77	5.652,01

	Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión eléctrica entre apartamentos en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 100 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E2709	Barraje con pletina Cu. 50kA	16,00	174,17	2.786,72
	Sistema de barraje de pletina de cobre para la interconexión eléctrica entre apartamentos en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 50 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1196	Elemen.auxil.accesor.etiquet.	74,00	68,00	5.032,00
	Elementos auxiliares, bornas, accesorios, etiqueteros indicadores, canaleta, etc, incluso cableado y acabado de cuadros eléctricos, todo ello fijado e instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100350	Analizador de redes eléctricas	21,00	492,50	10.342,50
	Analizador de redes CIRCUTOR o equivalente, tipo CVMk versión estándar (LCD), con transformadores de intensidad y fusibles; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01383	Inversor automático de redes 4x1250A	1,00	3.723,42	3.723,42
	Inversor automático de redes 4x1250A, SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo SIRCOVER VE 1250, mediante combinación de dos interruptores seccionadores manuales de corte en carga de 4x1250A superpuestos y enclavados, con mando motorizado de tres posiciones estables I-0-II, equipado con relés de mínima tensión, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E013841	Inversor automático de redes 4x1600A	6,00	4.150,99	24.905,94
	Inversor automático de redes 4x1600A, SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo SIRCOVER VE 1600, mediante combinación de dos interruptores seccionadores manuales de corte en carga de 4x1600A superpuestos y enclavados, con mando motorizado de tres posiciones estables I-0-II, equipado con relés de mínima tensión, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01305a	Int. manual corte carga 4x125A	49,00	70,70	3.464,30



	Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x125 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01306a	Int. manual corte carga 4x160A	7,00	80,88	566,16
	Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x160 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01307a	Int. manual corte carga 4x250A	2,00	139,55	279,10
	Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x250 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01308a	Int. manual corte carga 4x400A	8,00	182,18	1.457,44
	Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x400 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01309a	Int. manual corte carga 4x630A	18,00	250,78	4.514,04
	Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x630 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01313a	Int. manual corte carga 4x800A	10,00	565,84	5.658,40
	Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x800 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01310a	Int. manual corte carga 4x1000A	3,00	662,32	1.986,96
	Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x1000 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01320	Int. manual corte carga 2x40A	142,00	25,27	3.588,34
	Interruptor manual de corte en carga I40, 2x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E013221	Int. manual corte carga 4x40A	11,00	42,17	463,87



	Interruptor manual de corte en carga I40, 4x40A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01322	Int. manual corte carga 4x63A	16,00	44,04	704,64
	Interruptor manual de corte en carga I63, 4x63A de MERLIN GERIN o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01001130	Bloque diferencial 2x40A/30mA SI	33,00	94,01	3.102,33
	Bloque diferencial de 2x40A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100115	Bloque diferencial 2x63A/300mA	42,00	115,15	4.836,30
	Bloque diferencial de 2x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01001170	Bloque diferencial 4x40A/30mA SI	180,00	125,48	22.586,40
	Bloque diferencial de 4x40A/30 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100118	Bloque diferencial 4x25A/300mA	36,00	103,65	3.731,40
	Bloque diferencial de 4x25A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN O equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100119	Bloque diferencial 4x63A/300mA	38,00	132,27	5.026,26
	Bloque diferencial de 4x63A/300 mA, Vigí para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011502	Bloque diferencial int. 250A	1,00	828,09	828,09
	Dispositivo diferencial residual Vigí MH de MERLIN GERIN o equivalente adaptable al interruptor automático modelo NS250, 4x250, de MERLIN GERIN o equivalente, sensibilidad regulable entre 0,03 y 3 A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100133	Int. dif. Clase A 2x40A/30mA SI	135,00	94,45	12.750,75
	Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 2x40A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01001331	Int. dif. Clase A 4x25A/30mA SI	10,00	155,10	1.551,00

	Interruptor diferencial Super Inmunizado, de 4x25A/30 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01002931	Int.aut.+bloq.difer. 2x10A/30mA SI	30,00	101,36	3.040,80
	Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x10A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100293	Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/30mA SI	15,00	101,90	1.528,50
	Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 30 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01002933	Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/300mA SI	15,00	100,68	1.510,20
	Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 300 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01002932	Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/10mA	29,00	115,55	3.350,95
	Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 10 mA, clase A, poder de corte 4,5 kA, curva C, DPNa Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E010029511	Int.aut.+bloq.difer. 2x20A/300mA SI	14,00	102,01	1.428,14
	Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x20A, sensibilidad 300mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01115	Inter.aut. 4x160A, r-elec 100A, 36 kA	2,00	535,10	1.070,20
	Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 100 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01116	Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 36 kA	60,00	563,42	33.805,20

	Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160N, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011163	Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 150 kA	2,00	1.009,63	2.019,26
	Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160L, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01121	Inter.aut. 4x250A, r-elec, 36 kA	2,00	1.017,45	2.034,90
	Interruptor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250N, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, poder de corte 36 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011213	Inter.aut. 4x250A, r-elec, 150 kA	13,00	1.642,59	21.353,67
	Interruptor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250L, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011303	Inter.aut. 4x400A, r-elec, 150 kA	22,00	2.124,77	46.744,94
	Interruptor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400L, con relés electrónicos STR23SE de 400 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011353	Inter.aut. 4x630A, r-elec, 150 kA	9,00	2.514,97	22.634,73
	Interruptor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS630L, con relés electrónicos STR23SE de 630 A, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E011552	Inter.aut. 4x800A, 150 kA fijo manual	3,00	5.302,87	15.908,61
	Interruptor automático fijo con mando manual 4x800 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS800L, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E011562	Inter.aut. 4x1000A, 150 kA fijo manual	2,00	6.389,62	12.779,24
	Interruptor automático fijo con mando manual 4x1000 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS1000L, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 150 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0115711	Inter.aut. 4x1600A, 85 kA fijo manual	1,00	6.211,40	6.211,40
	Interruptor automático fijo con mando manual 4x1600 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS1600Hb, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 85 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100299	Int. aut. 2x6A, 6-10 kA, B.	47,00	46,83	2.201,01
	Interruptor automático de 2x6A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100201	Int. aut. 2x10A, 6-10 kA, B.	1.005,00	28,15	28.290,75
	Interruptor automático de 2x10A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100202	Int. aut. 2x16A, 6-10 kA, B.	1.022,00	28,56	29.188,32
	Interruptor automático de 2x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100203	Int. aut. 2x20A, 6-10 kA, B.	13,00	29,23	379,99
	Interruptor automático de 2x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100205	Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, B.	73,00	37,61	2.745,53
	Interruptor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100209	Int. aut. 4x16A, 6-10 kA, B.	4,00	56,25	225,00

	Interruptor automático de 4x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100210	Int. aut. 4x20A, 6-10 kA, B.	27,00	57,62	1.555,74
	Interruptor automático de 4x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100211	Int. aut. 4x25A, 6-10 kA, B.	42,00	55,74	2.341,08
	Interruptor automático de 4x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100212	Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, B.	221,00	70,28	15.531,88
	Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100213	Int. aut. 4x63A, 6-10 kA, B.	2,00	143,89	287,78
	Interruptor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100225	Int. aut. 4x40A, 6-10 kA,C.	7,00	63,03	441,21
	Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100227	Int. aut. 4x63A, 6-10 kA,C.	22,00	131,62	2.895,64
	Interruptor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100340	Contacto auxiliar doble señalización	310,00	19,61	6.079,10
	Contacto auxiliar doble de señalización abierto/cerrado y defecto, MERLIN GERIN o equivalente, modelo OF+OF/SD; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E0100370	Contactor 2x25A 2NA I-0-A	230,00	35,94	8.266,20
	Contactor modular con mando modular 2x25A MERLIN GERIN o equivalente, modelo CT MAN 25A 2NA, 230/240 V, silencioso <20 dB, con selector de 3 posiciones: I-0-A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070196	Telemando reposo y reencendido 100 aparatos	187,00	109,32	20.442,84
	Telemando, para puesta en reposo y reencendido en caso de fallo de red, de aparatos autónomos de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo TD-100, con capacidad para 100 luminarias; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0911048	Int-secc. fusibles 3x250A/160A	22,00	258,32	5.683,04
	Interruptor-seccionador tripolar para fusibles NFC o DIN, tamaño 1, de 250 A, TELEMECÁNICA o equivalente, ref. GS1-N3, incluso tres cartuchos fusibles de 160A T1; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0911052	Base para fusible 1P 2500 A	39,00	568,04	22.153,56
	Base portafusible 1 polo para fusibles hasta 2500 A, NH4 con percutor, SOCOMEC-GAVE o equivalente, ref. 73060001, con contacto auxiliar de indicación de fusión de fusible; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0901182	Fusible NFC aM 1250A T4	1,00	167,04	167,04
	Fusible de cuchillas con percutor NH tipo aM de 1250 A, tamaño 4, conforme a normas NFC, SOCOMEC-GAVE o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E09011821	Fusible NFC aM 800A T4	36,00	150,23	5.408,28
	Fusible de cuchillas con percutor NH tipo aM de 800 A, tamaño 4, conforme a normas NFC, SOCOMEC-GAVE o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090011	Panel Aislamiento II Quirófano	37,00	3.383,68	125.196,16

	Panel de aislamiento para Quirófano según ITC-BT-38 y UNE 20615 con un transformador monofásico 7,5 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 1 transformador de aislamiento 230/24V de 1000 VA, 1 vigilador de aislamiento monofásico por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 4x25A/30mA, 1 interruptor manual de corte en carga de 4x63A, 1 interruptor manual de corte en carga de 2x40A, 1 int. autom. 4x25A, 1 int. autom. 2x25A, 2 int. autom. 2x16A, 14 int. autom. 2x10A, 1 int. autom. 3x2A, 1 int. autom. 2x2A, 1 vigilante de tensión, 1 contactor con selector de 3 posiciones 4x40 NA, 1 termostato y barrajes de equipotencial y de protección, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090039	P. Aislamiento II 1 Cama	5,00	1.809,40	9.047,00
	Panel de aislamiento para 2 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 1 transformador monofásico 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 2 vigilador de aislamiento monofásico por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 1 interruptor manual de corte en carga 4x63A, 1 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090040	P. Aislamiento II 2 Camas	2,00	2.739,42	5.478,84
	Panel de aislamiento para 2 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 2 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 2 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 2 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 2 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090041	P. Aislamiento II 3 Camas	2,00	3.580,22	7.160,44



	Panel de aislamiento para 3 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 3 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 3 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 3 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 3 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090042	P. Aislamiento II 4 Camas	4,00	4.667,90	18.671,60
	Panel de aislamiento para 4 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 4 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 4 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 4 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 4 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090047	P. Aislamiento II 7 Camas	1,00	7.447,68	7.447,68
	Panel de aislamiento para 7 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 7 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 7 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 7 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 7 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090048	P. Aislamiento II 8 Camas	4,00	8.288,48	33.153,92
	Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 8 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 8 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 8 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 8 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			



	la Edificación.			
E090049	P. Aislamiento II 10 Camas	3,00	10.251,88	30.755,64
	Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 10 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 10 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 10 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E090050	P. Aislamiento II 12 Camas	4,00	12.052,44	48.209,76
	Panel de aislamiento para 8 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 12 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 12 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 10 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 12 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1212	Caja barras colectoras tierras.	38,00	130,26	4.949,88
	Caja de barras colectoras para tierras de redes de protección y equipotencialidad, con tapa en acero inoxidable, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E040160	Panel sinóptico remoto autonomía batería	16,00	614,53	9.832,48
	Panel sinóptico remoto para visualización de autonomía de batería (en minutos) en caso de fallo de red de alimentación; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03916	SAI III / II 7 kW - 5kWh 50 Hz	37,00	9.039,71	334.469,27

	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 5 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03909	SAI II / II 3 kW - 6kWh 50 Hz	3,00	5.505,49	16.516,47
	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 735x283x805 mm (SAI) y 735x283x805 mm (Baterías), de 3 kW de potencia activa en salida y autonomía de 6 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03903	SAI II / II 4 kW - 8kWh 50 Hz	9,00	6.789,33	61.103,97
	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 735x283x805 mm (SAI) y 735x283x805 mm (Baterías), de 4 kW de potencia activa en salida y autonomía de 8 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03910	SAI III / III 9 kW - 18kWh 50 Hz	7,00	12.878,61	90.150,27

	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1200x1000x800 mm (Baterías), de 9 kW de potencia activa en salida y autonomía de 18 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03901	SAI III / III 12 kW - 24kWh 50 Hz	1,00	13.620,33	13.620,33
	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 12 kW de potencia activa en salida y autonomía de 24 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03922	SAI III / III 15 kW - 24kWh 50 Hz	9,00	14.511,24	130.601,16
	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 15 kW de potencia activa en salida y autonomía de 24 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E039026	SAI III / III 20 kW - 28kWh 50 Hz	4,00	18.797,69	75.190,76

	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1600x1100x800 mm (Baterías), de 20 kW de potencia activa en salida y autonomía de 28 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03908	SAI III / III 7 kW - 9kWh 50 Hz	2,00	11.150,37	22.300,74
	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida trifásica 400 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm (SAI) y 1200x450x800 mm (Baterías), de 7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 9 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03904	SAI III / II 8 kW - 4kWh 50 Hz	3,00	9.088,35	27.265,05
	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada trifásica 400 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 1200x450x760 mm, de 8 kW de potencia activa en salida y autonomía de 4 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E04013	SAI 230/230V 50 Hz 1,5 kW - 0,5 kWh	77,00	1.219,12	93.872,24

	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI), ENERDATA o equivalente, tecnología ON LINE doble conversión, tensión de entrada y salida monofásica 230 Vca, de 1,5 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,5 kWh, integrable en rack 19" de Repartidor de Voz-Datos, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento; según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E03918	SAI II / II 0,7 kW - 10 min 50 Hz	570,00	104,97	59.832,90
	Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología LINE INTERACTIVE, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 180x140x375 mm, de 0,7 kW de potencia activa en salida y autonomía de 0,12 kWh, ENERDATA o equivalente, panel indicador de estado, ondulador estático, puerto RS232, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E098111	Cuadro protección Cocina	1,00	9.517,88	9.517,88
	Cuadro de protección para fuerza en Cocina General , de acuerdo con los planos de planta y esquema eléctrico proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E098112	Cuadro protección Cafetería	2,00	3.421,13	6.842,26
	Cuadro de protección para fuerza en Cafetería, de acuerdo con los planos de planta y esquema eléctrico proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE0100105	PC1.- Int. dif. Clase A 2x25A/300mA.	1,00	91,07	91,07
	PC1.- Interruptor diferencial de 2x25A/300 mA, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE01002938	PC1.- Int.aut.+bloq.difer. 2x10A/300mA SI	1,00	105,17	105,17
	PC1.- Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x10A, sensibilidad 300 mA, clase A, SuperInmunizado, poder de corte 6 kA, curva C, DPN N Vigí, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			

ELE1001161	PC1.- Bloque diferencial 4x25A/30mA SI	6,00	147,95	887,70
	PC1.- Bloque diferencial de 4x25A/30 mA, Vigi para C60, de MERLIN GERIN o equivalente, clase A SuperInmunizado; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE1002051	PC1.- Int. aut. 2x40A, 6-10 kA, D.	4,00	71,08	284,32
	PC1.- Interruptor automático de 2x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE01002121	PC1.- Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, D.	59,00	138,65	8.180,35
	PC1.- Interruptor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE1002031	PC1.- Int. aut. 2x20A, 6-10 kA, D.	1,00	60,63	60,63
	PC1.- Interruptor automático de 2x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva D, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE100217	PC1.- Int. aut. 2x25A, 6-10 kA,C.	4,00	33,21	132,84
	PC1.- Interruptor automático de 2x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE1002242	PC1.- Int. aut. 4x32A, 6-10 kA,C.	4,00	68,64	274,56
	PC1.- Interruptor automático de 4x32A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva C, C60N, de MERLIN GERIN o equivalente; instalado., según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011551	PC1.- Inter.aut. 4x800A, 70 kA fijo manual	1,00	3.981,48	3.981,48
	PC1.- Interruptor automático fijo con mando manual 4x800 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS800H, con unidad de control Micrologic 6.0, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE011162	PC1.- Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 70 kA	3,00	729,85	2.189,55

	PC1.- Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160H, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, 4P 4R, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011151	PC1.- Inter.aut. 4x160A, r-elec 160A, 50 kA	46,00	583,30	26.831,80
	PC1.- Interruptor automático 4x160 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS160SX, con relés electrónicos STR22SE de 160 A, 4P 4R, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011211	PC1.- Inter.aut. 4x250A, r-elec, 50 kA	2,00	1.065,35	2.130,70
	PC1.- Interruptor automático 4x250 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS250SX, con relés electrónicos STR23SE de 250 A, 4P 3R+NR, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011302	PC1.- Inter.aut. 4x400A, r-elec, 70 kA	2,00	1.774,21	3.548,42
	PC1.- Interruptor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400H, con relés electrónicos STR23SE de 400 A, 4P 3R+NR, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011352	PC1.- Inter.aut. 4x630A, r-elec, 70 kA	1,00	2.227,02	2.227,02
	PC1.- Interruptor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS630H, con relés electrónicos STR23SE de 630 A, 4P 3R+NR, poder de corte 70 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE012223	PC1.- Int. aut. bastidor abierto 4x1250 A, 100 kA fijo	4,00	7.205,99	28.823,96
	Interruptor automático fijo 4x1250 A MERLIN GERIN o equivalente, modelo MASTERPACT NW12H2, para un poder de corte de 100 kA y unidad de control Micrologic 6.0A, 4 contactos inversores OF y 1 contacto inversor SDE; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE012351	PC1.- Int. aut. bastidor abierto 4x2500 A, 85 kA secc	15,00	10.322,02	154.830,30



	PC1.- Interruptor automático seccionable 4x2500 A MERLIN GERIN o equivalente, modelo MASTERPACT NW25H2a, para un poder de corte de 85 kA y unidad de control Micrologic 6.0A, chasis, 4 contactos inversores OF y 1 contacto inversor SDE; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE01215	PC1.- Mando eléctrico int.autom. bastidor abierto	4,00	2.143,72	8.574,88
	PC1.- Mando eléctrico para interruptor automático MASTERPACT, constituido por motorreductor MCH, electroimán de cierre XF, bobina de emisión MX, bobina de mínima tensión y temporizador, rearme a distancia, contactos auxiliares, posición enchufado y de fin de carrera, etc., de MERLIN GERIN o equivalente, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011301X	PC1.- Inter.aut. 4x400A, r-elec temporizable, 50 kA	3,00	2.218,87	6.656,61
	PC1.- Interruptor automático 4x400 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400N, con relés electrónicos STR53UE de 400 A, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE011302X	PC1.- Inter.aut. 4x630A, r-elec temporizable, 50 kA	1,00	2.646,63	2.646,63
	PC1.- Interruptor automático 4x630 A de MERLIN GERIN o equivalente, modelo NS400N, con relés electrónicos STR53UE de 630 A, poder de corte 50 kA; incluso contacto auxiliar de posición y cubrebornes con separadores; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE16.03.078	PC1.- Limitador sobretensiones transitorias PRF1, 3P+N	11,00	502,20	5.524,20
	PC1.- Limitador de sobretensiones transitorias Clase I, 3P+N, Iimp=100kA (N-PE) según onda de ensayo 10/350 microsegundos, In=100kA, tensión residual Up<1,5kV, PRF1 (ref: 16.628) , de MERLIN GERIN o equivalente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE090049X	PC1.- P. Aislamiento II 9 Camas	2,00	9.411,09	18.822,18



	PC1.- Panel de aislamiento para 9 Camas según ITC-BT-38 y UNE 20615 con 9 transformadores monofásicos 3 kVA 2x230V/2x230V, Vcc=8% baja inducción y una corriente capacitiva inferior a 100 microamperios, 9 vigiladores de aislamiento monofásicos por resistencia AFEISA o equivalente, modelo DAP, 1 dispositivo diferencial de corriente residual (DDR) de 2x25A/30mA, 9 interruptores manuales de corte en carga 4x63A, 9 int. autom. 2x20A, 1 int. autom. 2x10A, según planos del esquema eléctrico, etiqueteros, bornas, ventilador de extracción de aire, completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE3907	PC1.- SAI II / II 2 kW - 4 kWh 50 Hz	4,00	3.354,35	13.417,40
	PC1.- Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) tecnología ON LINE doble conversión, con entrada monofásica 230 V 50 Hz y salida monofásica 230 V 50 Hz, modular, paralelizable, de dimensiones aproximadas de 460x175x520 mm (SAI) y 655x285x700 mm (Baterías), de 2 kW de potencia activa en salida y autonomía de 4 kWh, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI, software de comunicación y shut-down para Windows con agente SNMP, según Pliego de Condiciones; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0100322	PC1.- Interruptor horario astronómico 1 canal	30,00	91,53	2.745,90
	PC1.- Interruptor horario astronómico IC ASTRO de MERLIN GERIN o equivalente, 1 canal, programación astronómica, reserva de marcha de 6 años, pantalla retroiluminada, 16A 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
	<b>SC1603</b>	1,00	<b>2.069.374,08</b>	<b>2.069.374,08</b>
<b>SC1604</b>	<b>LÍNEAS ELÉCTRICAS</b>	<b>1,00</b>	<b>698.799,12</b>	<b>698.799,12</b>
E0220106	Bandeja metál. Sendzimir 60x100	2.376,00	19,26	45.761,76
	Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E0220108	Bandeja metál. Sendzimir 60x200	148,00	23,83	3.526,84
	Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220109	Bandeja metál. Sendzimir 60x300	219,70	27,70	6.085,69
	Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x300 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220110	Bandeja metál. Sendzimir 60x400	112,00	35,26	3.949,12
	Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x400 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220111	Bandeja metál. Sendzimir 60x500	100,00	40,59	4.059,00
	Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x500 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0220112	Bandeja metál. Sendzimir 60x600	493,00	45,85	22.604,05
	Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x600 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0030101	Tubo PVC flex. reforzado 3321 32 mm	1.486,00	2,91	4.324,26
	Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 32 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0030104	Tubo PVC flex. reforzado 3321 63 mm	473,00	3,76	1.778,48

	Tubo de PVC flexible reforzado, clasificación 3321 según UNE EN 50086-2-2, de 63 mm de diámetro, con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión y fijación, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050905	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x10mm2	1.475,00	3,34	4.926,50
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050906	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x16mm2	2.498,00	4,15	10.366,70
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050907	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x25mm2	4.513,00	5,18	23.377,34
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050908	Conductor SZ1-0,6/1 kV Cu 1x35mm2	3.113,00	7,12	22.164,56
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050910	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x70mm2	758,00	10,95	8.300,10

	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050911	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x95mm2	508,00	13,99	7.106,92
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050912	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x120mm2	655,00	17,78	11.645,90
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050913	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x150mm2	657,00	19,91	13.080,87
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050914	Conduct. SZ1-0,6/1 kV Cu 1x185mm2	300,00	25,65	7.695,00
	Conductor Resistente al Fuego SZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050915	Conduct. SZ-0,6/1 kV Cu 1x240mm2	508,00	29,74	15.107,92

	Conductor Resistente al Fuego SZ10,6/1 kV 1x240 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, SECURFOC 331, aislamiento de compuesto especial, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-21123, 20431, 20432.1 y .3, 20427, 21147, 21172, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050511	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x10 mm2	7.213,00	1,61	11.612,93
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x10 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050510	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x16 mm2	3.565,00	15,77	56.220,05
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050509	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x25 mm2	3.001,00	3,06	9.183,06
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050508	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x35 mm2	354,00	4,09	1.447,86
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x35 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050507	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x50 mm2	238,00	5,21	1.239,98

	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x50 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050506	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x70 mm2	932,00	6,77	6.309,64
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050505	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x95 mm2	1.926,00	8,80	16.948,80
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050504	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x120mm2	3.632,00	10,85	39.407,20
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050503	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x150mm2	2.409,00	13,19	31.774,71
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x150 mm2 Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050502	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x185mm2	1.796,00	16,21	29.113,16

	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x185 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050501	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 1x240mm <sup>2</sup>	2.995,00	20,79	62.266,05
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 1x240 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050534	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x10 mm <sup>2</sup>	1.681,00	5,23	8.791,63
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x10 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050533	Conduct. RZ1-0,6/1kV Cu 4x16 mm <sup>2</sup>	304,00	7,81	2.374,24
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x16 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050532	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x25mm <sup>2</sup>	2.756,00	10,69	29.461,64
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050531	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 4x35mm <sup>2</sup>	748,00	14,80	11.070,40



	Conductor RZ1-0,6/1 kV 4x35 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00505351	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x50mm <sup>2</sup>	417,00	10,19	4.249,23
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x50 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050535	Conduc. RZ1-0,6/1kV Cu 3,5x70mm <sup>2</sup>	218,00	11,76	2.563,68
	Conductor RZ1-0,6/1 kV 3,5x70 mm <sup>2</sup> Cobre, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, aislamiento XLPE, ZH Cero Halógenos, sin desprendimiento de humos opacos, tóxicos ni corrosivos, no propagador de llama ni incendio, según normas: UNE-20432.1 y .3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1 y .2, IEC-754.2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020318	Puesta a tierra Protección Baja Tensión	2,00	579,00	1.158,00
	Puesta a tierra de protección en Baja Tensión realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> , incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E02684	Toma equipotencial baños y aseos	179,00	22,83	4.086,57
	Toma equipotencial para cuartos de baño y aseo, con parte proporcional de cable de cobre H07Z1-U libre de halógenos de 4 mm <sup>2</sup> según UNE 20432.1, 20432.3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1, 21172.2, IEC-754.1 y BS-6425.1, tubo de PVC flexible de doble capa del tipo forroplast, abrazaderas y cajas de empotrar de paso y derivación, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0020319	Punto puesta a tierra Estructura	436,00	35,56	15.504,16
	Punto de puesta a tierra de Estructura para pilares y muros realizado con cable desnudo enterrado 35 mm <sup>2</sup> , incluso grapa y soldadura aluminotérmica; instalada, según			



	especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0050011	Fijación especial cables SZ1 Resistentes al Fuego	269,00	14,43	3.881,67
	Fijación especial por metro de terna de cables SZ1 0,6/1kV RF-180, ERICO CADDY o equivalente, constituida por perfil metálico en omega ranurado para fijación a paramento mediante tacos y tornillos metálicos, grapa-abrazadera metálica ajustable mediante tornillo para sujeción definitiva de cable, incluso fijación provisional mediante brida de plástico y taco, separados unos de otros una distancia de 40 cm; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE0220142	PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x100	297,00	31,27	9.287,19
	PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x100 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0220144	PC1.- Bandeja met. perforada c/tapa galv. 60x200	29,00	42,18	1.223,22
	PC1.- Bandeja metálica perforada con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado en caliente con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0050910X	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x50mm <sup>2</sup> (AS+)	985,00	9,50	9.357,50
	PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x50 mm <sup>2</sup> , norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0050915X	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm <sup>2</sup> (AS+)	189,00	85,09	16.082,01

	PC1.- Cable Resistente al Fuego (UNE-EN 50200), BICC General o equivalente, SECURFOC 331, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+) 1x300 mm <sup>2</sup> , norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento y cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE050500	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x300mm <sup>2</sup> (AS)	599,00	65,56	39.270,44
	PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x300 mm <sup>2</sup> , norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE050537	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x6mm <sup>2</sup> (AS)	128,00	5,49	702,72
	PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 4x6 mm <sup>2</sup> , norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE050512	PC1.- Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x6mm <sup>2</sup> (AS)	128,00	1,29	165,12

	PC1.- Cable Libre de Halógenos, BICC General o equivalente, EXZHELLENT-X, designación RZ1-0,6/1 kV (AS) 1x6 mm <sup>2</sup> , norma constructiva UNE 21123-4, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento XLPE y cubierta de mezcla especial cero halógenos color verde, no propagador de la llama (UNE-EN50265-2-1), no propagador del incendio (UNE-EN 50266-2-4), baja emisión de humos opacos (UNE EN 50268), libre de halógenos (UNE EN 50267-2-1), reducida emisión de gases tóxicos (NFC 20454), muy baja emisión de gases corrosivos (UNE EN 50267-2-3); instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE005001X	PC1.- Terminales presión para cables	1,00	45.665,96	45.665,96
	PC1.- Terminales de presión para los cables relacionados según secciones de los mismos, instalados mediante máquinas de presión con útil hexagonal, incluso tornillería y conexiónado a Cuadros, Transformadores y Grupo Electrógeno; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE022001X	PC1.- Retencionado de cables a bandejas	1,00	12.519,29	12.519,29
	PC1.- Retencionado de cables en bandeja según descripción en Memoria, realizado mediante bridas de poliamida 6.6 color negro, incluso identificado de cables mediante etiquetas rotuladas UNEX o equivalente; todo ello instalado y terminado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
	<b>SC1604</b>	1,00	<b>698.799,12</b>	<b>698.799,12</b>
<b>SC1605</b>	<b>DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>1,00</b>	<b>648.952,30</b>	<b>648.952,30</b>
E01511	Circuito distrib.alumbrado 1,5 mm <sup>2</sup> empotrado	382,00	34,76	13.278,32
	Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm <sup>2</sup> partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01515	Circuito distrib.alumbrado 2,5 mm <sup>2</sup> empotrado	169,00	114,71	19.385,99
	Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm <sup>2</sup> partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E015121	Circuito distrib.alumbrado 6 mm2 empotrado	3,00	277,95	833,85
	Circuito de distribución para alumbrado 2(1x6)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01517	Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 empotrado	570,00	70,57	40.224,90
	Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E015171	Circuito distrib.fuerza 2,5 mm2 superficie	65,00	155,31	10.095,15
	Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01514	Punto luz empotrado 1,5 mm2	7.525,00	13,06	98.276,50
	Punto de luz empotrado desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01516	Punto luz superficie 1,5 mm2	1.271,00	29,77	37.837,67
	Punto de luz de superficie desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E3504	Punto emergencia empotrado	1.380,00	15,97	22.038,60
	Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor 07Z1 750 V, mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E3505	Punto emergencia superficie	296,00	32,85	9.723,60
	Punto de luz para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor 07Z1 750 V; mecanismo completo con base de enchufe sin toma de tierra y clavija; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E350400	Punto telemando emergencia empotrado	1.380,00	29,37	40.530,60

	Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm2, mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E350401	Punto telemando emergencia superficie	296,00	90,36	26.746,56
	Punto de telemando para emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y BUS de cable trenzado polarizado, libre de halógenos, 2x1,5mm2, mecanismo completo con base RJ45 y conector RJ45; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01518	Punto toma de corriente empotrado 2,5mm2	7.448,00	12,98	96.675,04
	Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01519	Punto toma de corriente superficie 2,5mm2	45,00	70,45	3.170,25
	Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm2; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601	Punto enchufe 2x20A+T empotrado	3,00	59,34	178,02
	Punto base de enchufe de empotrar 2x20A+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01603	Punto enchufe 3x20A+N+T empotrad	28,00	76,83	2.151,24
	Punto base de enchufe de empotrar 3x20A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01606	Punto enchufe 3x32A+N+T empotrad	18,00	81,55	1.467,90
	Punto base de enchufe de empotrar 3x32A+N+T, realizado en tubo de PVC flexible reforzado tipo Forroplast, cajas Planeta, con conductor H07Z1-U y mecanismo LEGRAND o equivalente, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0040201	Toma eléc.en caja 2(1x2,5)+T.fle	182,00	33,48	6.093,36

	Toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubería de PVC flexible reforzado del tipo forroplast de 20 mm, de diámetro, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, cajas de baquelita y cable de 2(1x2,5)+T mm <sup>2</sup> según designación UNE H07Z1-R, incluso parte proporcional de circuito alimentador desde el CS correspondiente; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01640	Caja acero con 6 enchuf 2x16A+T.	55,00	94,50	5.197,50
	Caja con frente en acero inoxidable con 6 mecanismos de enchufe SIMON serie 32 o equivalente, 2x16A+T y 3 bornas de seguridad para equipotenciales LEGRAND o equivalente 329 05; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141001	Interruptor 10A 250V empotrable	2.016,00	3,66	7.378,56
	Interruptor empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01410011	Interruptor 10A 250V superficie	3,00	5,67	17,01
	Interruptor 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de superficie, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141003	Conmutador 10A 250V empotrable	46,00	4,13	189,98
	Conmutador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141005	Pulsador 10A 250V empotrable	48,00	4,48	215,04
	Pulsador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141007	Int.-regulador luz incand+halóg 500 W empotrable	193,00	36,35	7.015,55

	Interruptor-regulador universal de luz empotrable 500W, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, para incandescencia 230V y halógenas 12V, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0100325	Detector de movimiento 180 ° IP54	128,00	76,22	9.756,16
	Detector de movimiento orientable MERLIN GERIN o equivalente, ángulo 180 °, alcance 12 m, duración y luminosidad ajustables, IP54; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141012	Pulsador temporizado 10A 250V empotrable	169,00	48,82	8.250,58
	Interruptor temporizado de pulsación empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141010	Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca empotrable	3.681,00	4,47	16.454,07
	Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141011	Toma corriente 2P+TTF 16A 250V roja empotrable	811,00	6,21	5.036,31
	Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTF roja EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01410102	Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca superficie IP55	45,00	7,41	333,45
	Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso contenedor estanco IP55 con marco-bastidor, caja de superficie y tapa; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141050	Caja empotrar 4 tomas 2x16A+TT 16A 250V	514,00	39,62	20.364,68



	Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plioito indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 2 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0141051	Caja empotrar 5 tomas 2x16A+TT 16A 250V	71,00	43,78	3.108,38
	Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y plioito indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 3 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01662	Torreta 2[3(2x16A+T)+(V+D)]	36,00	266,19	9.582,84
	Torreta portamencanismos para instalación sobre pavimento ACKERMANN o equivalente, serie TE LI TANK 6L, construida en poliamida, dimensiones 220x120x108,5mm, con tapetas para mecanismos, equipada con 2 tomas de corriente triples de 2x16A+T, 2 tomas dobles RJ45 Cat6 FTP, incluso canal metalico de distribución bajo suelo y caja de derivación/registro, completa de accesorios de unión fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0030401	Canal aluminio doble 2(70x110)mm	373,00	73,90	27.564,70
	Canal doble de aluminio AIMgSi 0,5 F 22, REHAU o equivalente, serie Signo BA 70/220D, con tabique separador interior, de dimensiones 2(70x110) mm, incluso tapa de aluminio para cada canal; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0140601	Regulador luz universal 1.000 VA	7,00	116,70	816,90
	Regulador universal de luz, LEGRAND o equivalente, serie MOSAIC, 1000 VA, incandescencia, halógenas, fluorescencia; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601603	Caja empotrar con perfil DIN y 2 telerruptores	5,00	48,94	244,70
	Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 2 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico			



	de la Edificación.			
E01601601	Caja empotrar con perfil DIN y 3 telerruptores	112,00	67,65	7.576,80
	Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 3 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0160160	Caja empotrar con perfil DIN y 4 telerruptores	5,00	86,51	432,55
	Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 4 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601605	Caja empotrar con perfil DIN y 5 telerruptores	3,00	107,60	322,80
	Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 5 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01601602	Caja empotrar con perfil DIN y 6 telerruptores	5,00	126,45	632,25
	Caja de empotrar con perfil DIN, alojando 6 telerruptores 16 A 2 polos, MERLIN GERIN o equivalente, modelo TL; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E01541	Distribución camas y salas con trafo de aislamiento 3 kVA	174,00	223,08	38.815,92
	Distribución en camas y salas alimentadas por transformador de aislamiento de 3 kVA y realizada según ITC-BT-38 y UNE-20615, mediante tubería de PVC flexible de doble capa, cable de cobre según UNE H07Z1-K libre de halógenos, incluyendo redes de conductores activos, de protección y equipotencialidad con mecanismos y embellecedores, completa de accesorios de unión, fijación y montaje; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E1605183	Distribución de Cafetería	2,00	9.968,60	19.937,20
	Distribución para fuerza en Cafetería, de acuerdo con los planos de planta y esquema de cuadro proporcionado por el instalador de la misma, totalmente acabada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE150353	PC1.- Cuadro estanco de pared IP55 3 tomas	6,00	281,26	1.687,56

	PC1.- Cuadro estanco de pared IP55, GEWISS o equivalente, serie 68 Q-DIN 18, referencia GW66396, construido en tecnopolímero, equipado con 3 bases industriales compactas con interruptor de bloqueo IP44 (1 de 2x16A+T, 1 de 3x16A+T y 1 de 3x32A+T) y sus correspondientes interruptores automáticos modulares; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE150307	PC1.- Base fija bloqueo 3x63A+N+T 400V	1,00	85,69	85,69
	PC1.- Base industrial GEWISS o equivalente, serie 66/67 IB, referencia GW67266 de 3x63A+N+T 400 V, fija vertical, protegida con interruptor de bloqueo, IP 55; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE160401	PC1.- Puesto de trabajo en locales indefinidos	275,00	78,86	21.686,50
	PC1.- Alimentación eléctrica para Puestos de Trabajo no representados en planos y de uso no permanente, con parte proporcional de circuitos de distribución realizados en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm <sup>2</sup> , incluso caja y mecanismos; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE160402	PC1.- Punto de alimentación Campanas Extractoras en Laboratorios	27,00	56,71	1.531,17
	PC1.- Alimentación eléctrica para Campana de Extracción en Laboratorios, con parte proporcional de circuito de distribución realizada en tubo aislante flexible reforzado, cajas aislantes empotrables y cable 07Z1 750V, sección 2,5 mm <sup>2</sup> ; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.(PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE100322X	PC1.- Fotocélula eléctrica	30,00	200,33	6.009,90
	PC1.- Fotocélula eléctrica de MERLIN GERIN o equivalente, modelo CCT15268, IP54; incluso circuito de distribución; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
	<b>SC1605</b>	1,00	<b>648.952,30</b>	<b>648.952,30</b>
<b>SC1606</b>	<b>APARATOS Y LÁMPARAS</b>	<b>1,00</b>	<b>968.581,60</b>	<b>968.581,60</b>
E00601041	Luminaria empotrar 1x36 W E	648,00	79,53	51.535,44
	Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código			

	Técnico de la Edificación.			
E00601051	Luminaria empotrar 2x36 W E	139,00	99,57	13.840,23
	Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601021	Luminaria empotrar 3x36 W E	245,00	145,20	35.574,00
	Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601011	Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E	318,00	94,66	30.101,88
	Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601101	Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E	148,00	136,67	20.227,16
	Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060107	Luminaria empotrar 3x36 W-Emerg.	20,00	512,12	10.242,40
	Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, para 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V AF, con kit de conversión a emergencia con una autonomía de tres horas para las tres lámparas, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060161	Lum. empotrar sala blanca 2x36W	137,00	217,89	29.850,93

	Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, para salas blancas, LIDERLUX o equivalente, serie LD 40102, protegido por cristal templado de 4 mm atornillado al cuerpo sellado mediante junta adhesiva de neopreno, difusor parabólico de aluminio especular alto brillo baja luminancia, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo, incluso lámparas; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601601	Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x18 W, LIDER	190,00	47,86	9.093,40
	Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x18 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 1000, para 1 lámpara fluorescente de 18W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E00601602	Candileja 1x36W	60,00	50,02	3.001,20
	Candileja mediante regleta fluorescente superficie 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 1000, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060167	Luminaria estanca 1x36W IP65	650,00	61,22	39.793,00
	Luminaria fluorescente estanca 1x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060168	Luminaria estanca 2x36W IP65	503,00	74,11	37.277,33
	Luminaria fluorescente estanca 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 2000 PE, IP65, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V y balasto electrónico con precaldeo, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas, instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060178	Empotrable circular 1x18W cristal E	567,00	71,18	40.359,06
	Empotrable circular 1x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12597-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 1 lámpara fluorescente compacta de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060179	Empotrable circular 2x18W cristal E	45,00	84,28	3.792,60

	Empotrable circular 2x18W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12598-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060180	Empotrable circular 2x26W cristal E	2.324,00	84,28	195.866,72
	Empotrable circular 2x26W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12596-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 26W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060130	Downlight lámpara R63	178,00	14,69	2.614,82
	Empotrable LIDERLUX o equivalente, referencia 12063 para lámpara reflectante R63, hasta 60 W, portalámparas E27, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060185	Empot. halóg. orien. 12V 50W 60°	1.084,00	20,83	22.579,72
	Empotrable halógeno orientable LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12076, cuerpo en fundición de aluminio, alimentación mediante transformador de seguridad 220/12 V, 50 VA, incluso lámpara halógena dicróica 50W, 60°, 12V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060108	Downlight PAR Halog. 75W 10°	353,00	30,03	10.600,59
	Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 10° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060109	Downlight PAR Halog. 75W 30°	126,00	30,03	3.783,78
	Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con reflector de 5 cm de alto, incluso lámpara PAR halógena 75W 30° 230V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060538	Plafón circular plano opal 1x32W	82,00	49,68	4.073,76
	Plafón circular plano VILAPLANA o equivalente, con difusor opal para lámpara fluorescente circular de 32 W A.F. 230 V, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070150	Aparato empotrar luz rasante LED	135,00	41,84	5.648,40
	Aparato de luz rasante DAISALUX o equivalente, modelo LYRA con iluminación mediante LED, Clase II, IP 62, 230 V; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E0060522	Aplique 270x200 mm 11W NO PASAR	26,00	39,42	1.024,92
	Aplique extraplano de techo y pared, fluorescente 1x11 W, OSRAM o equivalente, modelo DULUX CARRÉ, Clase II, IP-43, incluso lámpara fluorescente compacta de 11 W, 230 V A.F. y letrero "NO PASAR"; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060338	Aparato exterior 2x18W IP55	79,00	95,67	7.557,93
	Aparato polifuncional para exterior GEWISS o equivalente, modelo EXTRO, de color gris humo, reflector de aluminio abrillantado y oxidado, pantalla de cristal templeado, para 2 lámparas fluorescentes compactas de 18W 230V AF, con soporte de orientación para pared, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060060	Lum.fl. antideflagrante"d" 1x36W	10,00	541,65	5.416,50
	Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 1 lámpara fluorescente de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámpara y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060061	Lum.fl. antideflagrante"d" 2x36W	16,00	581,71	9.307,36
	Luminaria EExed IIC T4 zonas 1 y 2, CEAG o equivalente, cuerpo en poliéster reforzado con fibra de vidrio y difusor en policarbonato transparente, para 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230V AF., entradas metálicas por ambos extremos a M20x1,5, cableado interno de paso para 16A, apertura desde un único punto, con prensaestopas metálico para cable armado PAL 10.1 de M20x1,5, completa de accesorios de unión y fijación, incluso lámparas y punto de luz antideflagrante; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0060343	Plafón de señalización rojo 60W	37,00	12,99	480,63
	Plafón rectangular de señalización color rojo GEWISS o equivalente, modelo RETTA, con difusor de policarbonato, incluso lámpara incandescente 60W; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905003	Cabecero hosp. 2 camas L=6m	84,00	705,16	59.233,44

	Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905002	Cabecero hosp. 2 camas L=5,4m	31,00	662,38	20.533,78
	Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 2 camas, longitud del conjunto 5,4 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 2 luminarias fluorescentes para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905006	Cabecero hosp. 2 camas L=5,4m	112,00	475,62	53.269,44
	Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 4,1 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905004	Cabecero hosp. 1 cama L=3,6m	63,00	410,24	25.845,12
	Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,6 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905005	Cabecero hosp. 1 cama L=3,2m	12,00	381,72	4.580,64



	Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,2 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0905007	Cabecero hosp. 1 cama L=3,8m	8,00	424,49	3.395,92
	Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 3,8 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070130	Apar. autón. emerg. 360 lum 1h	822,00	58,20	47.840,40
	Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070133	Apar. autón. emerg. 153 lum 1h	125,00	45,37	5.671,25
	Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N3S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 153 lúmenes, 30,6 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámparas; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070134	Apar. autón. emerg. 360 lum 2h	583,00	65,88	38.408,04
	Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m2 y 2 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
E0070140	Baliza autónoma emerg. 5 lum 1h	36,00	26,97	970,92
	Baliza autónoma de emergencia DAISALUX o equivalente, modelo SHERPA A-RC, con señalización mediante leds rojos y lámpara de emergencia incandescente 5 lúmenes, 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			
ELE0905008	PC1.- Cabecero hosp. 1 cama L=2,1m	12,00	303,30	3.639,60



	PC1.- Cabecero de hospitalización para instalaciones en habitaciones de 1 cama, longitud del conjunto 2,1 m, LAMP o equivalente, modelo HOSPITAL, construido mediante doble canal en perfil de aluminio lacado en blanco con mecanismos para encendido, tomas eléctricas, 1 luminaria fluorescente para luz directa (2x18W) e indirecta (1x18W), según características descritas en la Memoria, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE070139	PC1.- Apar. autón. emerg. 360 lum 1h IP66	130,00	113,74	14.786,20
	PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 72 m2 y 1 h de autonomía, incluso lámpara; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO)			
ELE0601041	PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg.	80,00	143,52	11.481,60
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. . (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601041B	PC1.- Luminaria empotrar 1x36 W E Reg. Sensor	66,00	168,05	11.091,30
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601051	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg.	31,00	166,31	5.155,61
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm2 para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			

ELE0601051B	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W E Reg. Sensor	49,00	190,83	9.350,67
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo 8002, de 1200x297 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601021	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg.	26,00	220,41	5.730,66
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm <sup>2</sup> para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601021B	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W E Reg. Sensor	88,00	244,93	21.553,84
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos PL-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601011	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg.	37,00	159,71	5.909,27
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm <sup>2</sup> para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601011B	PC1.- Luminaria empotrar 2x36 W TC-L E Reg. Sensor	30,00	184,25	5.527,50
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 2x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			

ELE0601101	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg.	18,00	209,12	3.764,16
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo, incluso conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V sección 1,5 mm <sup>2</sup> para control del balasto regulable; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE0601101B	PC1.- Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E Reg. Sensor	12,00	237,44	2.849,28
	PC1.- Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V, fotocélula LUXSENSE adaptable a uno de los tubos TC-L para control de iluminación, 230 V y balasto electrónico regulable (1-10V) con precaldeo de cátodo; instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
ELE070133X	PC1.- Aparato autónomo de emergencia sobre Puesto de Incendio	145,00	98,96	14.349,20
	PC1.- Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA 2N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes, 65 m <sup>2</sup> y 2 h de autonomía, incluso lámpara; situado sobre Puestos de Incendios; incluso circuito alimentador partiendo de la red de alumbrado normal y circuito de telemando; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
	<b>SC1606</b>	1,00	<b>968.581,60</b>	<b>968.581,60</b>
<b>SC1607</b>	<b>PARARRAYOS</b>	<b>1,00</b>	<b>57.446,64</b>	<b>57.446,64</b>
E01803	Pararrayos Nivel I radio 75m		2.520,83	0,00
	Pararrayos de doble dispositivo de cebado de Aplicaciones Tecnológicas o equivalente, modelo IÓN CORONA-DAT CONTROLER 9000, provisto de triple protector del sistema de aislamiento, acumulador de carga electrostática de varias etapas, generador electrónico de trazadores ascendentes y vía de chispas múltiple, fabricado en acero inoxidable ASI-316 y sin fuente de alimentación artificial, NIVEL DE PROTECCIÓN I (radio de acción de 75 m), incluso mástil de 6 m de altura, soportes, acoplamiento y pieza de adaptación entre mástil y pararrayos, grapas, manguitos, tubo de protección aislado, cable de cobre desnudo 70 mm <sup>2</sup> , picas de acero cobrizado de 2 m de longitud, contador de impactos de rayo, arqueta de registro, puentes de comprobación y sales mejoradoras del terreno; completo e instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación.			

E1805	PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado 60 microsegundos	9,00	1.974,58	17.771,22
	PC1.- Pararrayos con dispositivo de cebado de APLICACIONES TECNOLÓGICAS o equivalente, modelo DAT CONTROLLER PLUS 60, tiempo de avance en el cebado certificado de 60 microsegundos, corriente soportada certificada 100 kA 10/350 microsegundos, aislamiento superior al 95 % en condiciones de lluvia, todo ello según normas UNE 21186 y NFC 17-102; incluso mástil de 3 m, pieza de adaptación y anclajes; instalado, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
E1810	PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos	9,00	1.370,80	12.337,20
	PC1.- Bajante y puesta a tierra de la instalación de pararrayos mediante cable de cobre desnudo 70 mm <sup>2</sup> , grapas, manguitos, tubo de protección aislado y contador de impactos de rayo; incluso instalación de puesta a tierra mediante arqueta de registro, puente de comprobación, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA (picas de acero cobrizado de 2 m de longitud) y sales mejoradoras del terreno; completa e instalada, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
E1821	PC1.- Medidas especiales para la instalación de pararrayos	9,00	3.037,58	27.338,22
	PC1.- Medidas especiales para la instalación de Pararrayos con el propósito de conseguir un nivel de protección adecuado, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, grapas, soportes, vía de chispas para antena; incluso conexión a carcasas metálicas de equipos en cubierta, accesorios de unión fijación y montaje; instaladas, según especificaciones del Código Técnico de la Edificación. (PRECIO CONTRADICTORIO).			
	<b>SC1607</b>	1,00	<b>57.446,64</b>	<b>57.446,64</b>
	<b>C16</b>	1	<b>5.376.777,23</b>	<b>5.376.777,23</b>

## 7. CONCLUSIÓN

Mediante este proyecto y la documentación que la compone, se ha querido detallar como lleva acabo la instalación eléctrica de un complejo hospitalario. Tras el estudio realizado llego a la conclusión de que cualquier tipo de obra, el aspecto más importante, es cumplir el reglamento vigente.

Otros aspecto que podemos destacar es el tipo de suministro que recibe un complejo hospitalario y las medidas que hay que tomar para que dicho suministro no cese en caso de una anomalía, en caso de que no haya suministro normal, algunas zonas delicadas se abastecerán en primer lugar de los aparatos SAIs, mientras se arrancan los grupos electrógeno o mientras se establezca el suministro normal.

Como se trata de un local de pública concurrencia, se ha tenido en cuenta varios aspectos para garantizar la seguridad de las personas, para ello se ha provisto de cables que no imiten humos en caso de incendios y tubos con material no propagador de fuego, además de un sistema de alumbrado de emergencia eficaz. Todo se ha realizado según lo que dicta el reglamento.

Otro de los aspectos claves es la puesta a tierra, el complejo hospitalario se ha previsto de puesta a tierra de cuatro redes independientes:

- ❖ Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión.
- ❖ Redes de puesta a tierra de neutros de Transformadores.
- ❖ Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión.
- ❖ Red de puesta a tierra de la Estructura.

Por último cabe destacar un tema importante que está sobre la mesa, que es el ahorro energético, en este proyecto hemos hechos lo imposibles para ahorrar energía, sobre todo en la iluminación, para ello se recomienda utilizar sensores para el encendido y el apagado de luz, reguladores de intensidad luminosa aprovechando la luz natural, etc.

## 8. ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 01: PLANTA -3. ELECTRICIDAD, “DISTRIBUCIÓN”.

PLANO 02: PLANTA -2. ELECTRICIDAD, “DISTRIBUCIÓN”.

PLANO 03: PLANTA -1. ELECTRICIDAD, “DISTRIBUCIÓN”.

PLANO 04: PLANTA 0. ELECTRICIDAD, “DISTRIBUCIÓN”.

PLANO 05: PLANTA 1. ELECTRICIDAD, “DISTRIBUCIÓN”.

PLANO 06: PLANTA 2. ELECTRICIDAD, “DISTRIBUCIÓN”.

PLANO 07: PLANTA 3. ELECTRICIDAD, “DISTRIBUCIÓN”.

PLANO 08: OBRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

PLANO 09: ESQUEMA UNIFILAR MONTANTE 2.

PLANO 10: ESQUEMA UNIFILAR MONTANTE 8.

PLANO 11: ESQUEMA UNIFILAR MONTANTE 10.

PLANO 12: VERTICALES.

PLANO 13: PARARRAYOS.

PLANO 14: PUESTA A TIERRA 1.

PLANO 15: PUESTA A TIERRA 2 .

## 9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

### ➤ FIGURAS

- Figura 1: Cable RZ1-0,6/1kV (AS) “<http://www.grupoblasco.es>”
- Figura 2: Cable ES07Z1-U/ ES07Z1-R “<http://www.laobra.es>”
- Figura 3: Instalación de BT, “[aceisa.com](http://aceisa.com)”
- Figura 4: bandeja rejeband, “<http://www.pemsa-rejiband.com>”
- Figura 5: tubos subterráneo “[www.aiscan.com](http://www.aiscan.com)”
- Figura 6: tubos curvados [www.aiscan.com](http://www.aiscan.com)”
- Figura 7: tubo metálico. “[www.aiscan.com](http://www.aiscan.com)”
- Figura 8: tubos rígidos. “[www.aiscan.com](http://www.aiscan.com)”
- Figura 9: Interruptores diferenciales. “<http://www.meba-electric.es>”
- Figura 10: Esquema de un interruptor diferencial, “Protección y seguridad en las Instalaciones Electricas de Baja tensión”; José Roldan Viloría.
- Figura 11: Interruptor Automático. “<http://www.easy.cl>”
- Figura 12: Esquema de un interruptor automático, “Protección y seguridad en las Instalaciones Electricas de Baja tensión”; José Roldan Viloría.
- Figura 13: Fusible, “<http://www.ensys.pe>”
- Figura 14: Celda de línea un CT. “<http://www.mcgraw-hill.es>”
- Figura 15: Celda de protección del transformador. “<http://www.mcgraw-hill.es>”
- Figura 16: Celda del transformador. “<http://www.mcgraw-hill.es>”
- Figura 17: Esquemas eléctricos. <http://www.mailxmail.com>
- Figura 18: Embarrado de MT de CT. “<http://www.mcgraw-hill.es>”
- Figura 19: Cuadro de BT. “<http://www.mcgraw-hill.es>”
- Figura 21: Núcleo magnético. “<http://www.mcgraw-hill.es>”
- Figura 22: Arrollamientos. “<http://www.mcgraw-hill.es>”
- Figura 23: Grupo Electrónico. “<http://www.popempresas.com>”
- Figura 24: SAIs. “[www.murchan.wordpress.com](http://www.murchan.wordpress.com)”
- Figura 25: esquema de bloques de un SAI de tipo Standby.  
“[www.murchan.wordpress.com](http://www.murchan.wordpress.com)”
- Figura 26: Esquema de bloques de un SAI tipo Interactivo.  
“[www.murchan.wordpress.com](http://www.murchan.wordpress.com)”

- Figura 27: Esquema de bloques de un SAI tipo On-line.  
“[www.murchan.wordpress.com](http://www.murchan.wordpress.com)”
- Figura 28: Esquema TT. “[es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)”
- Figura 29: Esquema TN-C. “[es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)”
- Figura 30: Esquema TN-S. “[es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)”
- Figura 31: Esquema TI. “[es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)”
- Figura 32: Pararrayos. “[www.fervisa.com](http://www.fervisa.com)”
- Figura 33: luminaria de emergencia 1 y su curva fotométrica.  
[www.screenluz.com](http://www.screenluz.com)
- Figura 35: luminaria de emergencia 3 y su curva fotométrica.  
[www.screenluz.com](http://www.screenluz.com)
- Figura 34: luminaria de emergencia 2 y su curva fotométrica.  
[www.screenluz.com](http://www.screenluz.com)
- Figura 35: Estructura de un tubo fluorescente. Apuntes de Luminotecnia “  
[www.uc3m.es](http://www.uc3m.es)”
- Figura 36: lámpara fluorescente Lineales. “[www.opple-lighting.es](http://www.opple-lighting.es)”
- Figura 37: lámparas fluorescentes Compactas. “[www.tehsa.com](http://www.tehsa.com)”
- Figura 38: Luminaria SPV y su curva Fotométrica, “[www.screenluz.com](http://www.screenluz.com)”
- Figura 39: Luminaria STC y su curva Fotométrica, “[www.screenluz.com](http://www.screenluz.com)”
- Figura 40: Luminaria SLEH-C y su curva Fotométrica “[www.screenluz.com](http://www.screenluz.com)”
- Figura 41: Luminaria SDE y su curva Fotométrica, “[www.screenluz.com](http://www.screenluz.com)”
- Figura 42: Curva isolux de la habitación, Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 43: Observador UGR. Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 44: luminaria y su curva fotométrica. Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 45: Curva isolux del pasillo. Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 46: Observador UGR Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 47: luminaria y su curva fotométrica. Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 48: Curva isolux de la Enfermería Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 49: Observadores UGR. Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 50: luminaria y su curva fotométrica. Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 10: Curva isolux de la sala de atención medica Se ha realizado con “Dialux”
- Figura 52: Observadores UGR. Se ha realizado con “Dialux”



- Figura 53: luminaria y su curva fotométrica. Se ha realizado con “Dialux”

➤ **TABLA**

- Tabla 1: Cuadro CGD-2, “Elaboración propia”.
- Tabla 2: Cuadro CGD-8, “Elaboración propia”.
- Tabla 3: Cuadro CGD-10, “Elaboración propia”.
- Tabla 4: Tomas de corriente, pertenecientes al CGD-2, “Elaboración propia”.
- Tabla 5: Tomas de corriente, pertenecientes al CGD-8, “Elaboración propia”.
- Tabla 6: Tomas de corriente, pertenecientes al CGD-10, “Elaboración propia”.
- Tabla 7: Cuadro CGD-APA-2, “Elaboración propia ”
- Tabla 8: Cuadro CGD-ALUM.EXT.2, “Elaboración propia”.
- Tabla 9 Coeficiente C1, “Documento Básico SU Seguridad de utilización”.
- Tabla 10 Coeficiente C2, “Documento Básico SU Seguridad de utilización”.
- Tabla 11 Coeficiente C3, “Documento Básico SU Seguridad de utilización”.
- Tabla 12 Coeficiente C4, “Documento Básico SU Seguridad de utilización”.
- Tabla 13 Coeficiente C5, “Documento Básico SU Seguridad de utilización”.
- Tabla 14 Componentes de la instalación, “Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión”.
- Tabla 15 Valores límite de eficiencia energética de la instalación, “Documento Básico HE Ahorro de energía”.
- Tabla 16 Lámparas de descarga, “Documento Básico HE Ahorro de energía”.
- Tabla 17 Lámpara halógenas de baja tensión, “Documento Básico HE Ahorro de energía”.
- Tabla 18 niveles de iluminación en el complejo hospitalario
- Tabla 19 Cálculo de líneas, “Elaboración propia”.
- Tabla 20 Calculo de Protecciones, “Elaboración propia”.

## 10.BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Real Decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de agosto.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-RAT) aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el BOE 1-8-84.
- Código Técnico de Edificación.
- “Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación”. Comisión de Reglamentos de UNESA.
- Niveles medios de iluminación según la norma EN 12464-1.
- Documento Básico HE Ahorro de energía.
- Documento Básico SU Seguridad de utilización.
- Catálogo de Canalizaciones PEMSA.
- Canalización: “[www.aiscan.com](http://www.aiscan.com)”
- Protecciones: Bibliografía: “Protección y seguridad en las Instalaciones Eléctricas de Baja tensión”; José Roldan Vilorio.
- Centro de Transformación: “[www.mcgraw-hill.es](http://www.mcgraw-hill.es)”
- Grupo electrógeno: “[www.angelfire.com](http://www.angelfire.com)”
- SAIs: “[www.murchan.wordpress.com](http://www.murchan.wordpress.com)” y “[www.afbel.es](http://www.afbel.es)”